



TUGAS AKHIR - TF 145565

PERANCANGAN SISTEM PENGEMASAN PRODUKSI TEH TAWAR MENGGUNAKAN SISTEM PNEUMATIK

AMARUL DWITAMA M
NRP 10511500000082

Dosen Pembimbing 1
Ir. Heri Joestiono, MT.
NIP. 19840101 201212 1 002

Dosen Pembimbing 2
Herry Sufyan Hadi, ST, MT.
NPP. 1988201711056

PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TF 145565

A DESIGN OF PACKAGING SYSTEM OF FRESH TEA PRODUCTION USING PNEUMATIC SYSTEM

AMARUL DWITAMA M
NRP 10511500000082

ADVISOR LECTURER 1

Detak Yan Pratama, S.T, M.Sc.
NIP. 19840101 201212 1 002

ADVISOR LECTURER 2

Herry Sufyan Hadi, S.T, M.T.
NPP. 19882017111056

***STUDY PROGRAM OF D3 INSTRUMENTATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
Faculty of Vocation
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018***

LEMBAR PENGESAHAN 1

**"PERANCANGAN SISTEM PENGEMASAN PRODUK KEMASAN
TEH TAWAR MENGGUNAKAN SISTEM PNEUMATIK"**

TUGAS AKHIR

Oleh :

AMARUL DWITAMA MUKHTAR
NRP.10511500000082

Surabaya, Juli 2018
Mengetahui / Menyetujui

Pembimbing 1



Ir. Heri Joestiono, MT.
NIP. 19531116 198003 1 001

Pembimbing 2



Herry Sufyan Hadi, ST, MT
NPP. 1988201711056



**Kepala Departemen Teknik
Instrumentasi ITS**
Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc.
NIP. 19620822 198803 1 001

LEMBAR PENGESAHAN II

"PERANCANGAN SISTEM PENGEMASAN PRODUKSI TEH TAWAR MENGGUNAKAN SISTEM PNEUMATIK"

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memperoleh salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Ahli Madya
Pada
Program studi DIII Teknologi Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

AMARUL DWITAMA MUKHTAR
NRP.10511500000082

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Heri Joestiono, M.T. (Pembimbing 1)
2. Herry Sufyan Hadi, ST.MT. (Pembimbing 2)
3. Sefi Novendra Patrialova, S.Si., M.T. (Penguji 1)

SURABAYA
2018

“PERANCANGAN SISTEM PENGEMASAN PRODUKSI TEH TAWAR MENGGUNAKAN SISTEM PNEUMATIK”

Nama : Amarul Dwitama Mukhtar
NRP : 10511500000082
Program Studi : D3 Teknologi Instrumentasi
Pembimbing : 1. Ir. Heri Joestiono, MT
2. Herry Sufyan Hadi, ST.MT

Abstrak

Banyak industri yang menggunakan sistem pneumatik dalam proses produksi. Salah satu pengaplikasian sistem pneumatik yaitu pada sistem pengemasan produksi teh tawar. Pada sistem pengemasan produksi teh tawar ini memiliki tiga proses yaitu peletakan gelas secara manual, pengisian gelas dan proses pengepresan menggunakan system pneumatic. Cara kerja dari plant pengemasan ini yaitu gelas diletakkan diatas konveyor, gelas yang telah diletakkan akan berjalan ke proses pengisian yang dimana terdapat dua sensor proximity inframerah E18-D80NK yang berfungsi untuk menghentikan conveyor, membuka/menutup solenoid valve serta mendeteksi tinggi air pada gelas. Setelah proses pengisian, gelas akan masuk ke proses pengepresan yang dimana terdapat sensor proximity inframerah E18-D80NK, dua directional control valve 5/2 dan tiga silinder pneumatic kerja ganda. Silinder pneumatic yang digunakan memiliki ukuran bore 16mm dengan panjang stroke 150mm. Waktu rata-rata yang dibutuhkan waktu secara keseluruhan untuk tiap satu kali pengemasan gelas adalah 34,39 s

Kata kunci : Pengemasan, Sistem pneumatik, sensor proximity, mikrokontroler Atmega 16

“A DESIGN OF PACKAGING SYSTEM OF FRESH TEA PRODUCTION USING PNEUMATIC SYSTEM”

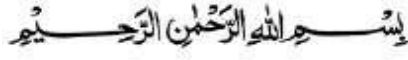
Name : ***Amarul Dwitama Mukhtar***
NRP : ***10511500000082***
Study Program : ***D3 Instrumentation Technology***
Advisor Lecture : ***1. Ir. Heri Joestiono, MT***
2. Herry Sufyan Hadi, ST.MT

Abstract

Many industries use pneumatic systems in the production process. The application of pneumatic system is on packing system of fresh tea production. In the packaging system of fresh tea production has three processes: the laying of the glass manually, charging glass and pressing process using pneumatic system. The operation of this packaging plant is a glass placed on the conveyor, the glass that has been placed will run into the filling process where there are two E18-D80NK infrared proximity sensors that work to stop the conveyor, open / close the solenoid valve and detect the water level in the glass. After the filling process, the glass will go into a pressing process where there are E18-D80NK infrared proximity sensor, two 5/2 directional control valves and three pneumatic dual-cylinder working. The pneumatic cylinder used has a bore size of 16mm with a stroke length of 150mm. The average time required overall for every one glass packing is 34,39 s

Keywords : Packaging, pneumatic system, proximity sensor, The Atmega 16 microcontroller

KATA PENGANTAR



Puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT serta Nabi Muhammad SAW atas berkah, limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada kami semua sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktu dengan judul :

“PERANCANGAN SISTEM PENGEMASAN PRODUKSI TEH TAWAR MENGGUNAKAN SISTEM PNEUMATIK”

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma pada Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir.Purwadi Agus Darwito,M.Sc selaku Kepala Departemen Teknik Instrumentasi, FV-ITS
2. Bapak Ir. Roekmono, MT, selaku dosen wali yang selalu memberikan motivasi dan perhatiannya selama penulis menjadi mahasiswa di Departemen Teknik Instrumentasi
3. Bapak Ir. Heri Joestiono, MT, selaku pembimbing tugas akhir yang senantiasa selalu bersabar dan memberikan segala ilmu dan bimbingannya yang diberikan selama pengerjaan tugas akhir.
4. Bapak Herry Sufyan Hadi, ST.MT, selaku pembimbing tugas akhir yang senantiasa selalu bersabar dan memberikan segala ilmu dan bimbingannya yang diberikan selama pengerjaan tugas akhir.
5. Pemerintah provinsi Sulawesi Tenggara terimah kasih atas support melalui program cerdas sultraku.

6. Ayah saya Mukhtar Landebawo dan ibu saya Noerkaja Alimin terima kasih atas segala dukungan dan kepercayaan baik moril, spiritual, material, serta selalu memberi motivasi dan memberi semangat. Semoga selalu dilimpahkan rahmat dan hidayahnya. Keberhasilan saya tidak terlepas dari doa dan usaha mereka.
7. Kakak saya Fachrizal Cesar Putra yang selalu menemani dan mensupport saya.
8. Kelompok TA Teh Tawar Dimas Hamdan, Erche Berlian, Diah Ulfa, Maulani Safitri dan Rahma Rahayu yang bersama-sama berjuang dalam pengerjaan tugas akhir. Semoga akan selalu teringat kebersamaan kita.
9. Teman-teman seperjuangan tugas akhir D3 Teknik Instrumentasi angkatan 2015 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
10. Serta semua pihak yang turut membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini, terima kasih banyak.

Penulis menyadari bahwa terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sehingga mencapai sesuatu yang lebih baik.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

Amarul Dwitama Mukhtar

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Dasar Teori	3
2.1.1 Sistem Pneumatik	3
2.1.2 Katup Pneumatik	3
2.1.3 Aktuator Pneumatik	4
2.1.4 Simbol – Simbol Pneumatik	5
2.1.5 Rumus Pneumatik	8
2.1.6 Kompresor Udara	10
2.1.7 Regulator	11
2.1.8 Mikrokontroller	11
2.1.9 Proximity	12

2.1	Penelitian Terdahulu	12
2.2.1	Mesin Filling dan Capping Otomatis untuk Botol Kemasan Essens Menggunakan Sistem Scada.	12
2.2.2	Mesin Pengemasan Makanan	16
2.2.3	Tren Pengemasan Makanan, Sistem Manufaktur dan Teknologi.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		21
3.1	Diagram Alir Sistem Kerja Alat	21
3.2	Desain 3D.....	22
3.3	Process Flow Diagram.....	23
3.4	Piping & Instrumentation Diagram	24
3.5	Schematic system pneumatic	24
3.6	Perhitungan Pneumatik	26
3.6.1	Gaya Efektif Maju Piston	26
3.6.2	Gaya Efektif Mundur Piston	26
3.6.3	Kecepatan Piston	26
3.6.4	Debit Kompresor	27
3.6.5	Waktu Langkah Maju Piston	27
3.6.6	Waktu Langkah Mundur Piston	27
3.6.7	Konsumsi Udara Saat Piston Maju	28
3.6.8	Konsumsi Udara Saat Piston Mundur	28
3.7	Perancangan Sistem Pengemasan Produksi Teh Tawar	29
3.8	Perancangan Hardware	29
3.9	Perancangan Software	30
3.10	Integrasi Hardware dan Software.....	31

3.11 Pengujian Alat	31
BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Pemilihan Komponen	33
4.1.1 Gelas Plastik	33
4.1.2 Konveyor	33
4.1.3 Motor AC	34
4.1.4 Sensor Proximity Infrared	34
4.1.5 Solenoid Valve	35
4.1.6 Sealer Cup	35
4.1.7 Directional Control Valve 5/2	36
4.1.8 Silinder Pneumatik Kerja Ganda	37
4.1.9 ATMega16	38
4.2 Perancangan Alat	38
4.2.1 Perancangan Hardware	38
4.2.2 Perancangan Software	39
4.3 Hasil Perhitungan Pneumatik	40
4.4 Pengujian Alat	40
4.5 Pembahasan	42
BAB V PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Silinder Pneumatik Aksi ganda	4
Gambar 2.2 Proximity	12
Gambar 2.3 Sketsa mesin filling dan capping otomatis	13
Gambar 2.4 Foto mesin filling dan capping otomatis	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan Alat	21
Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem Kerja Alat	22
Gambar 3.3 Desain 3D Pengemasan	23
Gambar 3.4 Process Flow Diagram	23
Gambar 3.5 Piping & Instrumentation Diagram	24
Gambar 3.6 Schematic pneumatic saat off	24
Gambar 3.7 DCV pengapit gelas on	25
Gambar 3.8 DCV pengepresan gelas on	25
Gambar 3.9 Wiring Mikrokontroller	30
Gambar 4.1 Gelas Plastik	33
Gambar 4.2 Konveyor	34
Gambar 4.4 Motor AC	34
Gambar 4.3 Sensor Proximity	35
Gambar 4.5 Solenoid Valve	35
Gambar 4.6 Mesin Sealer Cup	36
Gambar 4.7 Directional Control Valve	36
Gambar 4.8 Silinder Pneumatik Kerja Ganda	37
Gambar 4.9 ATmega 16	37
Gambar 4.10 Hasil Perancangan Hardware	38
Gambar 4.11 Bahasa Pemrograman Pada Codevision AVR	39

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Port – port yang digunakan	31
Tabel 4.1 Hasil Pengambilan Data Sensor Proximity	41
Tabel 4.2 Hasil Pengambilan Data Waktu Pengisian	41
Tabel 4.3 Hasil Pengambilan Data Waktu Pengepresan	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Zaman dahulu manusia sering menggunakan udara bertekanan untuk berbagai keperluan yang masih terbatas, antara lain menambah tekanan udara ban mobil atau motor, melepaskan ban mobil dari peleknya, dan sejenisnya. Sekarang, sistem pneumatik memiliki aplikasi yang luas karena udara pneumatik bersih dan mudah didapat. Banyak industri yang menggunakan sistem pneumatik dalam proses produksi seperti industri makanan, industri obat-obatan, industri pengepakan barang maupun bidang industri yang lainnya. Penggunaan udara bertekanan sebenarnya masih dapat dikembangkan untuk berbagai keperluan proses produksi, misalnya untuk melakukan gerakan mekanik yang selama ini dilakukan oleh tenaga manusia, seperti menggeser, mendorong, mengangkat, menekan, dan lain sebagainya. Gerakan mekanik tersebut dapat dilakukan juga oleh komponen pneumatik, seperti silinder pneumatik, motor pneumatik, robot pneumatik translasi, rotasi maupun gabungan keduanya. Perpaduan dari gerakan mekanik oleh aktuator pneumatik dapat dipadu menjadi gerakan mekanik untuk keperluan proses produksi yang terus menerus (*continue*) dan *flexibel*. (Susilo, 2013). Pada penelitian terdahulu Jefri Jacky Anggriawan (Anggriawan, 2011) pernah melakukan penelitian mengenai mesin *filling* dan *capping* otomatis untuk botol kemasan *essens* menggunakan *system scada* yang dimana pada proses penutupan botol menggunakan sistem pneumatik.

Pengetahuan tentang pneumatik sangat bermanfaat, hampir semua industri sekarang menggunakan sistem pneumatik untuk pengoperasian alatnya. Tidak semua mahasiswa menguasai ilmu pneumatik dikarenakan salah satunya selama ini mahasiswa mendapat pelajaran pneumatik sebatas teori dan belum memiliki alat peraga pneumatik yang digunakan untuk praktikum. Untuk

menunjang pengetahuan tentang pneumatik maka perlu adanya alat-alat pendukung praktikum pneumatik untuk menambah pengetahuan mahasiswa. Oleh karena itu, berdasarkan uraian diatas Penulis merancang dan membuat alat yaitu : “PERANCANGAN SISTEM PENGEMASAN PRODUKSI TEH TAWAR MENGGUNAKAN SISTEM PNEUMATIK”

1.2 Rumusan Masalah

Pada pelaksanaan tugas akhir ini terdapat permasalahan yaitu bagaimana merancang sistem pengemasan produksi teh tawar menggunakan sistem pneumatic.

1.3 Tujuan

Tujuan utama dari pembuatan alat ini adalah untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir sebagai syarat kelulusan dari program studi diploma 3 metrologi dan instrumentasi, serta untuk memberikan solusi pada rumusan masalah yaitu untuk merancang system pengemasan produksi teh tawar menggunakan sistem pneumatic.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batas ruang lingkup dari penelitian tugas akhir ini yaitu hanya membahas mengenai :.

- a. Proses pengisian gelas menggunakan solenoid valve.
- b. Proses penutupan gelas menggunakan directional control valve untuk menggerakkan piston.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Sistem Pneumatik

Pneumatik merupakan salah satu sistem otomasi yang memanfaatkan udara bertekanan sebagai media perantara. Udara bertekanan yang dibutuhkan tersebut diperoleh dari tangki penyimpanan udara bertekanan yang dihasilkan oleh kompresor. Sistem pneumatik terkadang dikombinasikan dengan sistem otomasi lainnya seperti sistem otomasi hidrolik, elektrik, dan PLC agar diperoleh pengontrolan sesuai dengan kebutuhan industri. Perangkat pneumatik bekerja dengan memanfaatkan udara yang dimampatkan. Dalam hal ini udara yang dimampatkan akan didistribusikan kepada sistem yang ada sehingga kapasitas sistem terpenuhi. Untuk memenuhi kebutuhan udara yang dimampatkan kita memerlukan kompresor (pembangkit udara bertekanan). Debit yang diukur dalam m^3/menit . Tekanan kerja sistem pneumatik antara 2 sampai 15 bar, sehingga ketika tekanan kerja yang dibutuhkan melebihi 15 bar maka sistem yang digunakan adalah sistem hidrolik dimana tekanan kerja komponen hidrolik hingga 104 bar. Tekanan udara yang dibutuhkan pada alat pengontrol pneumatik seperti silinder, katup serta peralatan lainnya adalah 5 bar, supaya efektif dan efisien dalam penggunaannya. Pneumatik sekarang ini memegang peranan penting dalam pengembangan teknologi otomatisasi, di samping hidrolik dan elektronik/elektrik. Sebelum 1950, pneumatik banyak dipakai sebagai media kerja dalam bentuk energi tersimpan. Tapi setelah 1950, pneumatik dipakai dan dikembangkan sebagai elemen kerja. (Susilo, 2013)

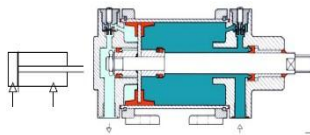
2.1.2 Katup Pneumatik

Aliran fluida dapat dikontrol dengan menggunakan *valve* yang hanya memberikan satu arah aliran. *Valve* ini sering dinamakan dengan *check valve* yang umumnya menggunakan

sistem bola. *Valve* ini terdiri dari bagian yang menjadi satu blok atau juga yang dengan blok yang terpisah. Garis putus putus menunjukkan pilot pressure. Saluran *pilot pressure* ini akan menyambung atau memutuskan valve tergantung dari jenis *valve* ini *normally close* atau *normally open*. (Janur, 2017)

2.1.3 Aktuator Pneumatik










Tenaga udara bertekanan dari kompresor diubah menjadi gerakan lurus oleh silinder pneumatik. Besarnya tenaga yang didapat dan yang ditimbulkan tergantung pada besarnya tekanan, luas penampang silinder, serta gesekan yang timbul antara dinding dalam dengan batang toraknya. Aktuator pneumatik secara garis besar dibagi menjadi 2 macam yaitu silinder pneumatic aksi tunggal dan silinder pneumatic aksi ganda. Silinder pneumatic aksi tunggal hanya bekerja pada satu arah, karena mempunyai satu inlet untuk udara bertekanan. Adapun kembalinya piston ke posisi netral karena adanya pegas tekan. Sedangkan Silinder pneumatic aksi ganda digunakan terutama bila piston diperlukan untuk melakukan kerja bukan hanya pada gerak maju, tetapi juga gerakan mundur. Sehingga mempunyai keuntungan yaitu biasa dibebani pada kedua arah gerakan batang pistonnya. Gaya dorong yang ditimbulkan oleh udara bertekanan, menggerakkan piston pada silinder penggerak ganda dalam dua arah. Gaya dorong yang besarnya tertentu digunakan dalam gerakan dua arah maju dan mundur. Gaya yang diberikan pada batang piston adalah lebih besar gerakan maju daripada gerakan mundur karena efektif permukaan piston dikurangi pada sisi batang piston oleh luas permukaan batang piston. (Bahtiar & Prasetyo, n.d.)







Gambar 2.1 Silinder Pneumatik Aksi Ganda

2.1.4 Simbol – Simbol Pneumatik (UNY, n.d.)

Berikut merupakan simbol katup pneumatik.

	Perubahan posisi kerja katup digambarkan dengan bentuk segi empat bujur sangkar.
	Jumlah bujur sangkar yang berdekatan menunjukkan banyaknya perubahan posisi yang dimiliki oleh katup tersebut.
	Fungsi dan prinsip kerja digambarkan di dalam kotak bujur sangkar. Garis menunjukkan aliran, anak panah menunjukkan arah aliran.
	Posisi penutupan lubang-lubang katup ditunjukkan di dalam kotak oleh garis tegak lurus (bentuk siku-siku).
	Persimpangan aliran digambarkan oleh sebuah titik yang tebal atau lingkaran kecil yang diblok hitam.
	Sambungan (lubang saluran masuk dan keluar) ditunjukkan oleh garis dan digambar di luar kotak yang menyatakan posisi normal (awal).
	Posisi lain diperoleh dengan merubah kotak bujur sangkar sampai arah alirannya sesuai terhadap sambungannya (jumlah lubang-lubangnya).
	Perubahan posisi katup dapat dinyatakan dengan huruf kecil, misalnya huruf : a, b, c, dan seterusnya.
	Katup dengan 3 perubahan posisi, maka posisi tengah adalah sebagai posisi netral (posisi normal) dengan ditandai huruf kecil o.

Jenis – jenis katup pneumatik terdapat 2/2, 3/2, 3/3, 4/2, 4/3, 5/2, 6/3 yang dimana setiap jenis katup yang digunakan sesuai dengan kebutuhan.





Simbol Katup	Penandaan Katup	Posisi Normal (Awal)	Simbol Katup	Penandaan Katup	Posisi Normal (Awal)
	2/2-way	menutup		4/2-way	1 Pemasukan 1 Pembuangan
	2/2-way	membuka		4/3-way	posisi tengah menutup
	3/2-way	menutup		4/3-way	A & B posisi pembuangan
	3/2-way	membuka		5/2-way	Ada 2 saluran pembuangan
	3/3-way	menutup		6/3-way	Ada 3 posisi aliran

Untuk penomoran katup pneumatik biasanya diberi tanda dengan menggunakan huruf ataupun angka.





Jenis saluran:	Diberi tanda :		
Kerja (keluar dari katup)	A, B, C, ...	atau	2, 4, 6, ...
Tenaga (<i>pressure</i>)	P (<i>Pressure</i>)	atau	1
Pembuangan dari katup	R, S, T, ...	atau	3, 5, 7, ...
Kontrol atau sinyal	X, Y, Z, ...	atau	1.2 ; 1.4 ; 1.6 ; ...

Jenis penggerak katup pneumatik ada empat yaitu dikontrol secara manual, secara mekanik, dikontrol oleh tekanan angin, dan dikontrol secara elektrik. Penggerak katup pneumatik secara manual terdapat push button, tuas, pedal. Penggerak pneumatik secara mekanik terdapat plunyer, pegas, rol dan rol tuas dengan kembali. Untuk penggerak dikontrol oleh tekanan dan dikontrol secara elektrik terdapat simbol tekanan satu arah, tekanan dua arah, satu solenoid dan dua solenoid.


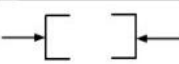
Secara manual

	Secara umum		Tuas (<i>Lever</i>)
	Tombol Tekan (<i>Push Button</i>)		Pedal / injakan



secara mekanik

	Plunyer		Rol (<i>Roller</i>)
	Pegas (<i>Spring</i>)		Rol tuas dengan kembali bebas

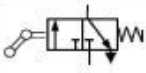
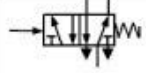
dikontrol oleh tekanan angin

	Memakai tekanan udara dari satu arah
	Memakai tekanan udara dari dua arah secara bergantian

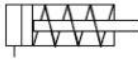

secara elektrik

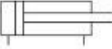


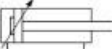


	Sebuah solenoid (<i>single solenoid</i>)
	Dua buah solenoid (<i>double solenoid</i>) secara bergantian

Secara operasional, katup pneumatik disimbolkan sebagai berikut

	Katup 3/2-way digerakkan oleh tombol tekan (PB) atau secara manual dan kembali ke posisi awal karena <i>spring return</i> (pegas pengembali)
	Katup 3/2-way digerakkan secara mekanik sebagai <i>Limit Switch</i> (LS) model biasa dan kembali ke posisi awal karena <i>spring return</i> (pegas pengembali)
	Katup 3/2-way digerakkan secara mekanik sebagai <i>Limit Switch</i> (LS) model rol tuas kembali bebas (<i>idle return</i>) dan kembali ke posisi awal karena <i>spring return</i>
	Katup 5/2-way digerakkan/dikontrol oleh udara bertekanan (secara pneumatik) dari satu arah dan kembali ke posisi awal (normal) karena <i>spring return</i> . Biasa disebut <i>Monostable Distributor</i>
	Katup 5/2-way digerakkan/dikontrol oleh udara bertekanan (secara pneumatik) dari dua arah secara bergantian. Biasa disebut <i>Bistable Distributor</i>
	Katup 5/2-way digerakkan/dikontrol secara elektrik dari satu arah dan kembali ke posisi awal (normal) karena <i>spring return</i> . Biasa disebut <i>Monostable Electric Distributor</i>
	Katup 5/2-way digerakkan/dikontrol secara elektrik dari dua arah secara bergantian. Biasa disebut <i>Bistable Electric Distributor</i>

Silinder pneumatik kerja tunggal dan kerja ganda disimbolkan sebagai berikut.

SIMBOL	NAMA KOMPONEN
	Silinder kerja tunggal
	Silinder kerja tunggal , piston dengan magnet tetap

SIMBOL	NAMA KOMPONEN
	Silinder kerja ganda
	Silinder kerja ganda dengan batang piston sisi ganda.
	Silinder kerja ganda dengan bantalan udara tetap dalam satu arah.
	Silinder kerja ganda dengan bantalan udara tunggal , dapat diatur pada satu sisi.
	Silinder kerja ganda dengan bantalan udara ganda , dapat diatur pada kedua sisi.
	Silinder kerja ganda dengan bantalan udara ganda , dapat diatur pada kedua sisi dan piston bermagnet.

2.1.5 Rumus Pneumatik

Gaya efektif piston untuk langkah maju (Mulyono, 2013)

$$F = A \times P \dots \dots \dots (2.1)$$

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \dots \dots \dots (2.1.1)$$

Gaya efektif piston untuk langkah mundur (Mulyono, 2013)

$$F = A \times P \dots\dots\dots(2.2)$$

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 - d^2 \dots\dots\dots(2.2.1)$$

Kecepatan piston (Bahtiar & Prasetyo, n.d.)

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots(2.3)$$

Debit compressor (Mulyono, 2013)

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 \times v \dots\dots\dots(2.4)$$

Waktu langkah maju piston (Mulyono, 2013)

$$t_1 = \frac{A \times h}{Q \times 1000} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \dots\dots\dots(2.5.1)$$

Waktu langkah mundur piston (Mulyono, 2013)

$$t_2 = \frac{(A_1 - A_2) \times h}{Q \times 1000} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \dots\dots\dots(2.6.1)$$

Konsumsi udara maju (Bahtiar & Prasetyo, n.d.)

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 \times h \dots\dots\dots(2.7)$$

Konsumsi udara saat mundur (Bahtiar & Prasetyo, n.d.)

$$V = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \times h \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan : F = gaya piston (N)

D = diameter silinder (m)

d = diameter batang piston

P = tekanan kerja (Pa)

A = luas permukaan silinder pneumatic (m^2)

v = kecepatan piston (m/s)

h = panjang stroke (m)

s = panjang stroke (m)

Q = debit kompresor (L/s)

t = waktu langkah (s)

t_1 = waktu langkah maju (s)

t_2 = waktu langkah mundur (s)

V = konsumsi udara maju/mundur (L)

2.1.6 Kompresor Udara

Pneumatik bekerja dengan memanfaatkan udara yang dimampatkan. Dalam hal ini, udara yang dimampatkan akan didistribusikan kepada sistem yang ada sehingga kapasitas system terpenuhi. Untuk menghasilkan udara yang dimampatkan, maka diperlukan kompresor untuk memadatkan udara sampai pada tekanan kerja yang diinginkan. Penampung udarabertekanan (tangki udara) berfungsi untuk menstabilkan pemakaian udara bertekanan.. Dan lagi luas permukaan yang besar dari penampung akan mendinginkan udara dalam tangki itu sendiri. penampung udara bertekanan mempunyai fungsi yaitu untuk Menstabilkan pemakaian udara bertekanan, Mendinginkan udara dalam tangki, Menghindari pressure drop (penurunan tekanan), Menyediakan udara bertekanan untuk suatu jangka waktu tertentu dalam masa kecemasan seperti waktu kompresor dimatikan karena listrik padam. Perlu diperhatikan bahwa tangki

udara harus dilengkapi alat pengukur tekanan (pressure gauge), katup pengaman (safety valve) dan switch tekanan. (Bahtiar & Prasetyo, n.d.)

2.1.7 Regulator

Tekanan udara yang keluar dari kompresor masih mempunyai tekanan tinggi, dan ini lebih tinggi dari pada tekanan yang terdapat pada bagian-bagian kontrol atau kerjanya. Untuk mengatur tekanan udara yang akan didistribusikan ke bagian kontrol dan kerjanya digunakan regulator (pengatur tekanan). Biasanya alat ini dipasang secara bersatu dengan penyaringan udara. Setelah udara keluar dari saringan kemudian masuk dalam regulator untuk diatur tekanannya sampai pada batas tekanan yang diinginkan (Bahtiar & Prasetyo, n.d.)

2.1.8 Mikrokontroller

Mikrokontroller adalah komputer mikro dalam satu chip tunggal. Mikrokontroller memadukan CPU, ROM, RWM, I/O paralel, I/O seri, *counter-timer*, dan rangkaian *clock* dalam satu chip. Dengan kata lain, mikrokontroller adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Cara kerja mikrokontroller sebenarnya membaca dan menulis data. Fungsi utama dari mikrokontroller adalah mengontrol kerja mesin atau sistem menggunakan program yang disimpan pada sebuah ROM. Mikrokontroller merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiah dapat disebut sebagai “pengendali kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini. Agar sebuah mikrokontroller dapat berfungsi, maka mikrokontroller tersebut memerlukan komponen eksternal yang

kemudian disebut dengan sistem minimum. Untuk membuat sistem minimum paling tidak dibutuhkan sistem *clock* dan *reset*, walaupun pada beberapa mikrokontroller sudah menyediakan sistem *clock* internal, sehingga tanpa rangkaian eksternal pun mikrokontroler dapat beroperasi. Untuk merancang sebuah sistem berbasis mikrokontroller, kita memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak, yaitu sistem minimum mikrokontroller, *software* pemrograman dan *compiler*, serta *downloader*. (Sari, 2016)

2.1.9 Proximity

Proximity Switch atau Sensor Proximity adalah alat pendeteksi yang bekerja berdasarkan jarak obyek terhadap sensor. Karakteristik dari sensor ini adalah mendeteksi obyek benda dengan jarak yang cukup dekat, berkisar antara 1 mm sampai beberapa centi meter saja sesuai tipe sensor yang digunakan. *Proximity Switch* ini mempunyai tegangan kerja antara 10-30 Vdc dan ada juga yang menggunakan tegangan 100-200VAC (Instrumentasi, 2017)

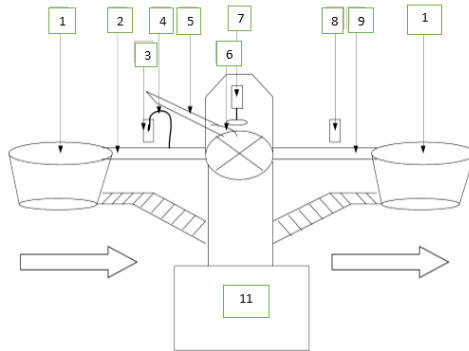


Gambar 2.2 Proximity

2.1 Penelitian Terdahulu

2.2.1 Mesin Filling dan Capping Otomatis untuk Botol Kemasan Essens Menggunakan Sistem Scada. (Anggriawan, 2011)

Berikut merupakan sketsa dari mesin filling dan capping otomatis untuk botol kemasan essens menggunakan system scada:



Gambar 2.3 Sketsa mesin *filling* dan *capping* otomatis

Keterangan gambar sketsa mesin *filling* dan *capping* otomatis:

1. Round Table in
2. Konveyor in
3. *Photo sensor* untuk proses *filling*
4. Pipa pengisian cairan
5. Jalur antrian tutup botol
6. Limit Switch untuk proses *capping*
7. Silinder pneumatic untuk proses *capping*
8. *Photo sensor* untuk mengetahui jumlah produksi
9. Konveyor out
10. Round table out
11. Panel

Pada Mesin *filling* dan *capping* otomatis dilakukan beberapa pengujian. Pada pengujian software dilakukan pada dua software yang digunakan yaitu Syswin 3.0 dan Wonderware InTouch 10. Pada pengujian software Syswin 3.0, akan dilihat jalannya sistem secara keseluruhan. Sebelumnya program dibuat dengan terlebih dahulu mengatur mode pada

program *Syswin3.0* menjadi mode *stop & program*. Setelah program dibuat hingga selesai, selanjutnya program diunduh ke PLC Omron CPM1 melalui kabel komunikasinya. Pengujian program ini terfokus pada ketepatan sistem sekuensial dan pembacaan *input* sensor yang tepat. Pengujian dilakukan dengan memonitor *plant* dari PLC Omron CPM1 dan dengan menggunakan komputer. Dengan pengujian ini diharapkan dapat memonitor bagian mana yang sedang aktif dari PLC CPM1 dan dengan menggunakan komputer dapat melakukan *monitoring* dan kontrol. Sedangkan pada pengujian *software Wonderware Intouch 10*, dilakukan pengujian berdasarkan pengujian tampilan *software Wonderware InTouch* pada saat terjadi *alarm* dan pengujian tampilan *software Wonderware InTouch* pada 3 halaman *User* yang dibuat, yaitu : Administrator, Operator, dan Guest. Setiap. Tujuan dari pengujian ini adalah supaya dapat diketahui apakah fitur-fitur yang dibuat pada perancangan dapat berjalan dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan cara masuk ke dalam setiap halaman *User* dengan terlebih dahulu melakukan login. Proses pengambilan gambar yang dilakukan ketika mesin sedang melakukan proses *filling*. Untuk pengujian hardware sendiri dilakukan secara elektrik dan mekanis. Pengujian yang dilakukan ini dengan menggunakan PLC Omron CPM1, dari pengujian ini dapat dihitung konsumsi dayanya secara masing-masing maupun keseluruhan dan dapat melihat cara kerja tiap bagian untuk mendapatkan spesifikasi alat.. Mesin *filling* dan *capping* otomatis ini menggunakan *pneumatic* aktuatur yang berfungsi sebagai aktuatur yang menggerakkan piston dan untuk menyempurnakan proses pemasangan tutup botol. Untuk mengaktifkan *pneumatic* aktuatur ini diperlukan sebuah *solenoid valve* . *Solenoid valve* ini berfungsi sebagai kran untuk mengalirkan *supply* udara untuk memenuhi kebutuhan dari *pneumatic* aktuatur. Tekanan udara yang

digunakan pada system ini berkisar antara 4 hingga 8 Bar. Nilai tekanan udara ini sudah menjadi standarisasi dalam penggunaan aktuator dengan jenis *pneumatic*.



Gambar 2.4 Foto mesin *filling* dan *capping* otomatis

Pada pengujian round table dilakukan pada tombol *stop* dan *emergency stop*. Pada saat tombol *stop* ditekan maka ketiga *round table* akan terhenti dan akan aktif kembali pada saat tombol *start* diaktifkan kembali. Pada tombol *emergency stop* proses yang terjadi adalah ketika tombol tersebut ditekan, maka seluruh proses yang berjalan akan terhenti. Hal ini terjadi karena pemutusan terhadap *supply* tegangan utama. Untuk pengujian conveyor dilakukan dalam keadaan motor mendapat beban. Agar memperoleh kecepatan yang tepat maka kecepatan motor ini dikontrol oleh sinyal PWM dari mikrokontroler. Pengujian selanjutnya yaitu pada sensor posisi dimana pengujian dilakukan mengetahui sensitifitas dari *photo transistor*, yang berfungsi sebagai sensor posisi. Pengujian sensor posisi ini dilakukan dengan cara mengukur kaki *input* dari sensor perusahaan ANLY, yaitu dengan tipe *photo sensor* adalah PS-10D-P. Pengujian dilakukan siang hari dengan menggunakan sumber cahaya yang berasal dari matahari dan pada saat malam hari ketika sumber cahaya berasal dari lampu yang digunakan pada laboratorium Elektronika gedung I lantai 2. Hasil percobaan yang didapat adalah tegangan *input* sensor ketika pada posisi tidak adanya

botol atau tidak ada penghalang didepan sensor adalah berkisar antara 600m VDC sampai 800m VDC. Pada saat terdapat botol atau adanya penghalang didepan sensor, tegangan *input* dari sensor adalah 23,9 VDC. Pada pengujian system secara keseluruhan bertujuan untuk mendapatkan kapasitas maksimum dari proses pengisian dan penutupan tutup botol. Pada pengujian yang dilakukan terdapat beberapa ketentuan yang harus dipenuhi agar proses yang diharapkan dapat berjalan dengan lancar. Mesin *filling* dan *capping* otomatis ini memiliki kapasitas produksi kurang lebih 20 botol per menit. Jumlah ini diperoleh ketika tombol *start* ditekan langsung, maka akan terjadi proses pengisian hingga tutup botol terakhir terpasang sempurna. Hasil perhitungan tersebut diasumsikan dalam pengisian cairan tidak ada botol yang tersangkut ataupun terguling pada jalur *conveyor*.

2.2.2 Mesin Pengemasan Makanan (Hughes, 2013)

Packaging merupakan kegiatan penting dalam industri makanan. Hampir setiap produk makanan dikemas satu kali atau lebih sebelum mencapai konsumen akhir. Packaging digunakan pada setiap tahap dalam proses produksi dan distribusi produk makanan dari peternakan ke pabrik pengolahan, antara pabrik pengolahan, dari pabrik pengolahan ke gudang ke gerai ritel, dan dari gerai ritel ke konsumen. Packaging dapat berisi produk makanan, beberapa produk makanan, atau paket produk makanan. Pada proses packaging terdapat proses pengisian dan penyegelan paket

Mesin pengisian biasanya merupakan mesin terpenting dalam pengemasan makanan. Pengisian melakukan dua fungsi penting yaitu mengukur kuantitas tertentu dari produk makanan dan mengukur kuantitas makanan ke dalam paket. Mesin juga dapat melakukan fungsi lain, seperti membuat paket dan menutup paket. Sebagian besar pengisi dapat diatur untuk

bekerja pada banyak produk yang berbeda. Misalnya, mesin yang digunakan untuk mengukur air menjadi 12 oz. botol plastik juga bisa digunakan untuk mengukur satu liter minyak motor ke dalam botol plastik yang berbeda atau dua liter susu ke dalam karton, karton gable atasnya. Mesin pengisi yang digunakan dalam sistem makanan mengukur kuantitas produk berdasarkan volume atau berat. Terdapat dua pengaturan dasar proses pengisian yaitu in-line fillers dan rotary fillers. In-line fillers banyak digunakan untuk mengisi produk makanan cair dan pasta, seperti air, minuman, jus buah, saus tomat, mayones, dan banyak produk lainnya ke dalam kaleng logam, botol kaca, dan wadah lainnya. Sedangkan rotary fillers digunakan untuk proses pengisian minuman dengan berkecepatan tinggi seperti mengisi kaleng-kaleng logam dengan bir atau minuman ringan. Jalur untuk produk ini dapat beroperasi secepat 2.500 kaleng per menit atau 1.600 botol kaca per menit.

Dalam proses penyegelan terdapat 3 jenis mesin sealing yaitu :

- a. Vertical form fill seal machines (vffs)
Vffs digunakan untuk mengemas berbagai macam produk makanan, termasuk sereal kering, gula granular, campuran kue, tepung, dan banyak lainnya. Pengoperasian mesin ffs mudah dimengerti. Seperti namanya menunjukkan, material yang dikemas mengalir secara vertikal ke bawah mesin sebagai berbagai paket membentuk, mengisi, dan operasi penyegelan dilakukan.
- b. Horizontal form fill seal machines (hffs)
- c. Thermo form fill seal machines (tffs)
Mesin TFS digunakan untuk mengemas daging sandwich, produk pasta, memotong daging, produk

medis, dan banyak produk lainnya, bahkan paku, gergaji gergaji, dan perangkat keras lainnya

2.2.3 Tren Pengemasan Makanan, Sistem Manufaktur dan Teknologi (Mahalik & Nambiar, 2010)

Pengolahan dan pengemasan adalah dua fase penting operasi dalam industri makanan. Pemrosesan juga termasuk preprocessing dan pembersihan yang kadang-kadang disebut sebagai proses pasca panen. Banyak strategi otomatisasi yang terus digunakan dalam setiap fase pemrosesan dan pengemasan. Pengemasan dapat dibuat pintar melalui atribut fungsionalnya yang menambah manfaat bagi makanan dan konsumen. Beberapa aspek kemasan cerdas adalah label kualitas makanan suhu-waktu, penggunaan wadah pemanasan sendiri atau pendinginan sendiri dengan display elektronik yang menunjukkan tanggal dan informasi tentang kualitas nutrisi dan asal produk di berbagai bahasa. Berikut adalah beberapa contoh seperti pendingin bir menggunakan teknologi zeolit memungkinkan untuk minum bir dingin di mana saja, wadah kopi pemanasan sendiri berdasarkan reaksi eksotermis CaO menjadi tersedia, kemasan yang menggunakan teknologi elektronik dan Sumber daya baterai Li yang meningkatkan branding produk.

Industri makanan menggunakan biosensor untuk mendeteksi berbagai spesies biologis. Sebuah biosensor mandiri dapat terus-menerus mendeteksi antibodi tanpa menambahkan reagen. Organisme indikator adalah mikroorganisme yang mendeteksi keberadaan patogen, atau racun berbahaya selama produksi, pemrosesan, penyimpanan, dan distribusi. Konduktansi dan bioluminescence adalah dua metode yang berbeda sebagian besar digunakan saat merancang biosensor. Biosensor lain adalah sensor enzim dan immunosensor. Sensor Enzim masuk ke dalam berbagai kelas, termasuk yang bersifat potensiometrik,

amperometri, elektrokimia, optoelektrik, kalorimetri, dan piezoelektrik. Biosensor dilaporkan mampu mendeteksi penisilin dalam susu saat mengalir dari truk ke unit pengolahan susu. Immunosensors yang mendeteksi pengikatan antara antibodi dan antigen telah dikembangkan untuk patogen tetapi masih memerlukan waktu reaksi yang lama, proses multi-langkah, dan / atau menghasilkan kesalahan positif.

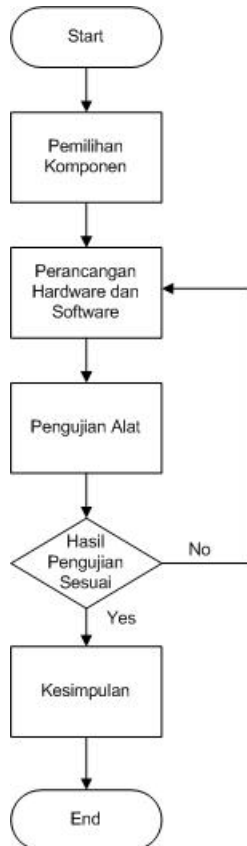
Industri makanan modern memerlukan arsitektur yang canggih dan arsitektur kontrol. Dengan menerapkan keberhasilan teknologi kontrol modern yang terbukti untuk sebagian besar operasinya termasuk pengawetan makanan, manufaktur, pengemasan, dan penanganan, produktivitas tanaman pangan dapat ditingkatkan secara signifikan. Sistem otomatisasi saat ini sebagian besar didasarkan pada PC (komputer pribadi) atau PLC (Programmable Logic Controllers). Secara khusus, sistem otomasi harus memfasilitasi banyak modifikasi online termasuk antarmuka I / O, perangkat keras insulasi, diagnostik, prognostik, pengumpulan data dan antarmuka operator. Dalam hal ini, Distributed Control System (DCS) ditemukan menjadi fleksibel di seluruh rentang operasi. Kenyataannya, semakin banyak industri makanan yang condong ke penerapan DCS. DCS juga dapat mengakomodasi konektivitas nirkabel standar untuk otomatisasi lebih lanjut. Singkatnya, DCS menghubungkan perangkat dengan satu sambungan serial yang terutama menyediakan 4-lapisan layanan otomatisasi. Lapisan komponen bagian bawah masih memiliki ruang untuk PC dan PLC. Misalnya, LonWorks, sistem DCS yang disebut fieldbus dari Echelon Inc, dapat dihubungkan dengan PLC dengan menggunakan antarmuka standar.

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

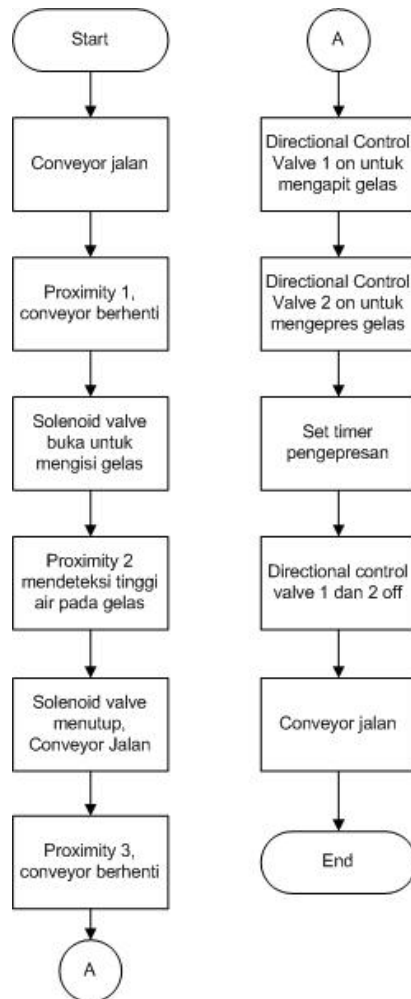
Konsep dasar perancangan dan pembuatan system pengemasan produksi teh tawar kemasan dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan Alat

3.1 Diagram Alir Sistem Kerja Alat

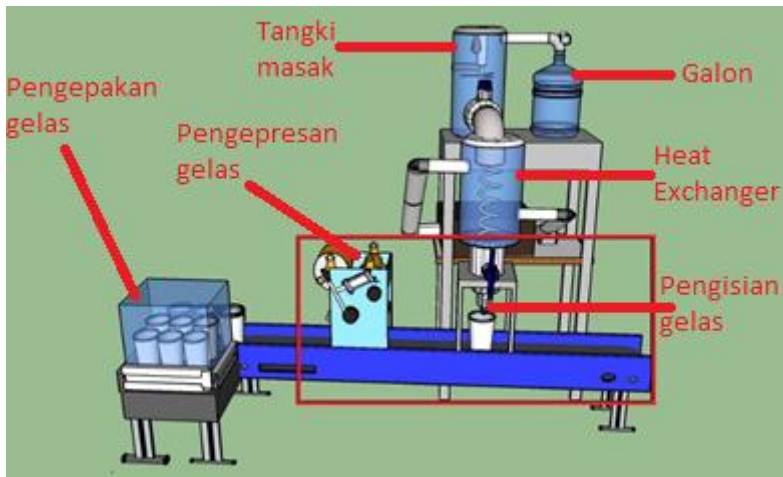
Berikut merupakan diagram alir system kerja alat yang akan dibuat.



Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem Kerja Alat

3.2 Desain 3D

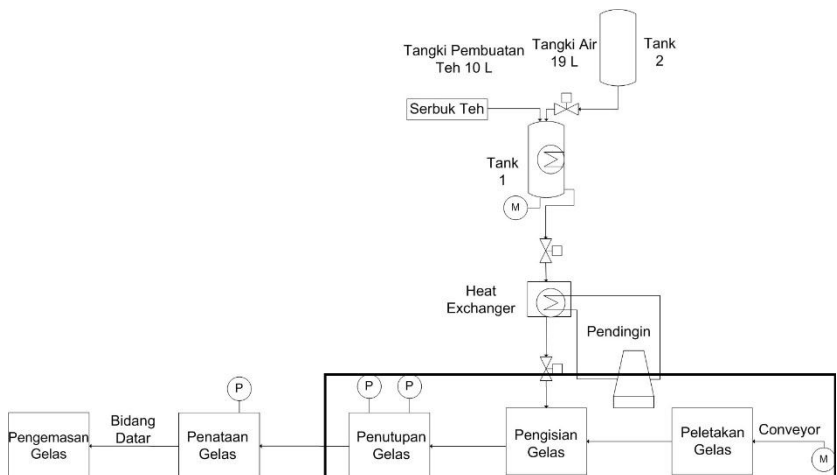
Berikut merupakan desain 3D pengemasan produksi teh tawar yang akan dibuat.



Gambar 3.3 Desain 3D Pengemasan

3.3 Process Flow Diagram

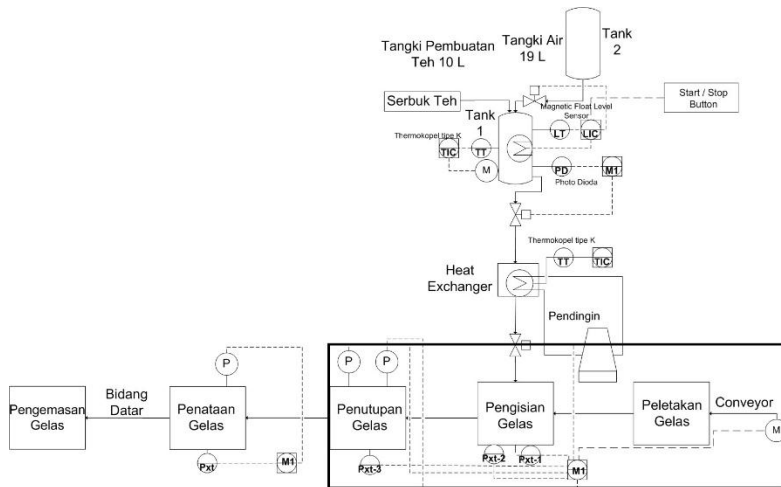
Berikut merupakan process flow diagram pengemasan produksi teh tawar.



Gambar 3.4 Process Flow Diagram

3.4 Piping & Instrumentation Diagram

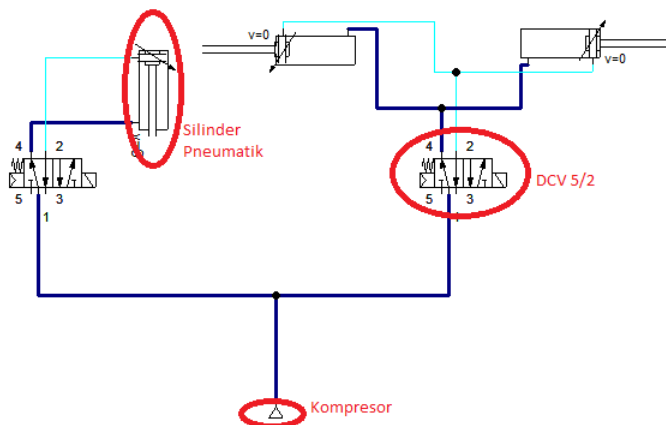
Berikut merupakan P&ID pengemasan produksi teh tawar



Gambar 3.5 Piping & Instrumentation Diagram

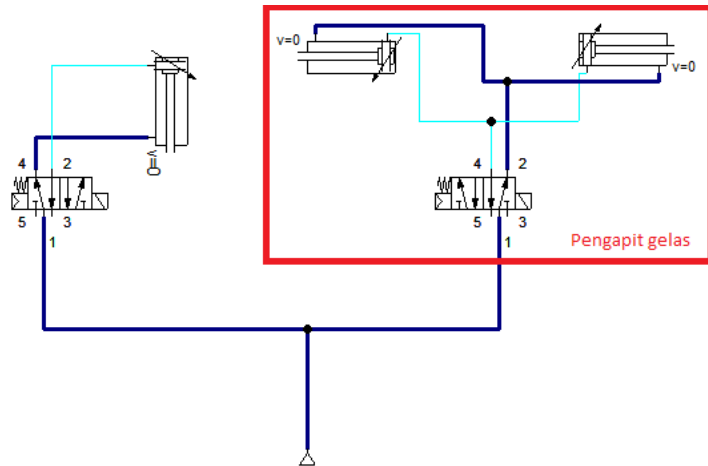
3.5 Schematic system pneumatic

Berikut merupakan schematic system pematik yang dibuat pada aplikasi fluidsim



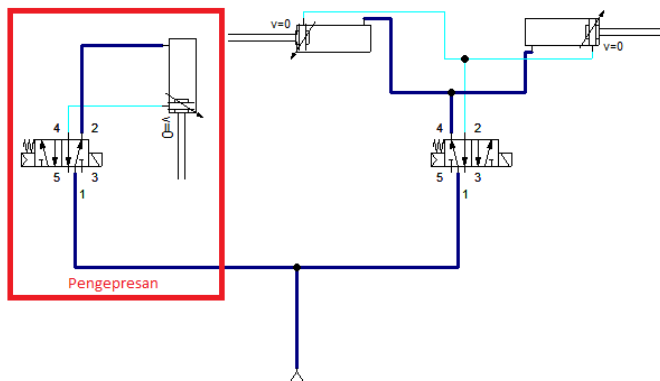
Gambar 3.6 Schematic pneumatic saat off

Gambar diatas ketika directional control valve masih dalam keadaan off. Berikut merupakan schematic ketika directional control valve pengapit gelas on.



Gambar 3.7 DCV pengapit gelas on

Sedangkan gambar ketika directional control valve pengepresan on adalah sebagai berikut



Gambar 3.8 DCV pengepresan gelas on

3.6 Perhitungan Pneumatik

3.6.1. Gaya efektif maju piston

Berdasarkan persamaan 2.1 dan 2.1.2 gaya efektif maju piston dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$F = A \times P$$

$$A = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$A = \frac{3,14}{4} (0,016)^2$$

$$A = 0,000020096 \text{ m}^2$$

$$F = A \times P$$

$$F = 0,000020096 \times 10 \cdot 10^5$$

$$F = 200,96 \text{ N}$$

3.6.2. Gaya efektif mundur piston

Berdasarkan persamaan 2.2 dan 2.2.1 gaya efektif mundur piston dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$F = A \times P$$

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 - d^2$$

$$F = \frac{3,14}{4} (0,016)^2 - (0,00796)^2 \times 10 \cdot 10^5$$

$$F = 151,221 \text{ N}$$

3.6.3. Kecepatan Piston

Berdasarkan persamaan 2.3 kecepatan piston dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$v = \frac{s}{t} ; s = 15 \text{ cm}, t = 2 \text{ s}$$

$$v = \frac{15}{2}$$

$$v = 7,5 \text{ cm/s}$$

3.6.4. Debit Kompresor

Berdasarkan persamaan 2.4 debit kompresor dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 \times v$$

$$Q = \frac{3,14}{4} 1,6^2 \times 7,5$$

$$Q = 0,015072 \text{ L/s}$$

3.6.5. Waktu langkah maju piston

Berdasarkan persamaan 2.5 dan 2.5.1 waktu langkah maju piston dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$A_1 = \frac{A \times h}{Q \times 1000}$$

$$A_1 = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$A_1 = \frac{3,14}{4} (1,6)^2$$

$$= 2,0096 \text{ cm}^2$$

$$t_1 = \frac{2,0096 \times 15}{0,015072 \times 1000}$$

$$t_1 = 2 \text{ s}$$

3.6.6. Waktu langkah mundur piston

Berdasarkan persamaan 2.6 dan 2.6.1 waktu langkah mundur piston dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$A_2 = \frac{(A_1 - A_2) \times h}{Q \times 1000}$$

$$A_2 = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$A_2 = \frac{3,14}{4} (0,796)^2$$

$$= 0,497 \text{ cm}^2$$

$$t_2 = \frac{(2,0096 - 0,497) \times 15}{0,015072 \times 1000}$$

$$t_2 = 1,5 \text{ s}$$

3.6.7. Konsumsi udara saat piston maju

Berdasarkan persamaan 2.7 konsumsi udara saat piston maju dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 \times h$$

$$V = \frac{3,14}{4} (1,6)^2 \times 15$$

$$= 30,144 \text{ cm}^3$$

$$= 0,030144 \text{ L}$$

3.6.8. Konsumsi udara saat piston mundur

Berdasarkan persamaan 2.8 konsumsi udara saat piston mundur dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$V = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \times h$$

$$V = \frac{3,14}{4} (1,6^2 - 0,796^2) \times h$$

$$= 22,683 \text{ cm}^3$$

$$= 0,022684 \text{ L}$$

3.7 Perancangan Sistem Pengemasan Produksi Teh Tawar

Pada proses perancangan sistem pengemasan produksi teh tawar memiliki tiga proses yaitu peletakan gelas, pengisian gelas dan penutupan gelas. Proses peletakan gelas dilakukan secara manual ke atas conveyor ketika system dimulai, conveyor akan bergerak dan gelas masuk ke proses pengisian.

Pada proses pengisian gelas akan dideteksi oleh sensor proximity 1 yang kemudian akan menghentikan konveyor dan membuka solenoid valve. Solenoid valve yang terbuka akan mengisi gelas, ketika sensor proximity 2 yang terdapat pada proses pengisian mendeteksi tinggi air pada gelas telah sesuai maka solenoid valve akan menutup. Ketika proses pengisian gelas telah selesai, konveyor akan aktif kembali.

Pada proses penutupan gelas terdapat sensor proximity 3 yang akan mendeteksi gelas untuk menghentikan conveyor dan mengaktifkan directional control valve 1 untuk mengapit gelas. Ketika gelas telah terapat, directional control valve 2 akan aktif untuk menggerakkan tuas pada mesin seler cup. Tuas yang telah aktif akan menggerakkan piston pada mesin seler cup untuk menutup gelas. Setelah gelas telah tertutup dengan sempurna, directional control valve 1 dan 2 akan off dan conveyor akan berjalan sehingga gelas masuk ke proses pengepakan.

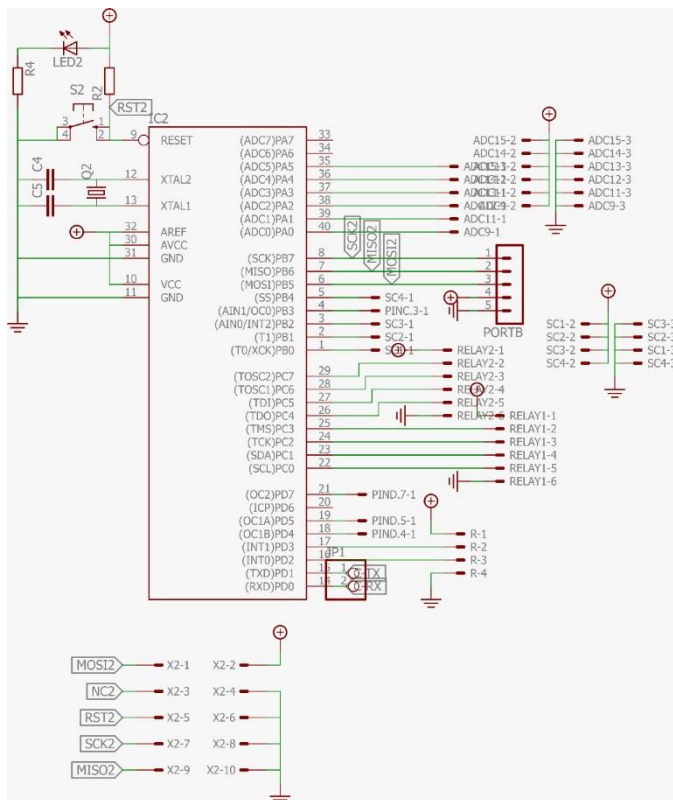
3.8 Perancangan Hardware

Pada perancangan hardware system pengemasan teh tawar menggunakan komponen yaitu conveyor sebagai media agar gelas dapat bergerak, serta motor AC sebagai penggerak dari conveyor. Selain itu terdapat juga solenoid valve sebagai actuator untuk proses pengisian gelas serta directional control valve untuk mengapit gelas serta menggerakkan tuas pada mesin seler cup. Adapun sensor yang digunakan adalah sensor proximity yang

berfungsi sebagai pendeteksi gelas dan mendeteksi tinggi air pada proses pengisian.

3.9 Perancangan Software

Perancangan software yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu menggunakan microcontroller Atmega 16 yang dipakai dan disesuaikan dengan kondisi hardware yang digunakan. Perancangan software digunakan untuk mendukung kerja dari perangkat keras (hardware). Berikut merupakan wiring mikrokontroler yang akan digunakan.



Gambar 3.9 Wiring Mikrokontroler

Port – port yang digunakan pada wiring mikrokontroller untuk sistem pengemasan produksi teh tawar ditampilkan pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Port – port yang digunakan

Port	Kegunaan
A0	Proximity pengisian gelas (proximity 2)
A1	Proximity Sealer (proximity 3)
B0	Proximity Gelas (proximity 1)
C1	Directional Control Valve Pengepres
C2	Directional Control Valve Pengapit
C3	Solenoid Valve
C4	Motor Conveyor

3.10 Integrasi Hardware dan Software

Integrasi ini dilakukan untuk dapat membuat sistem ini berjalan secara otomatis.

3.11 Pengujian Alat

Alat yang telah dibuat akan diuji untuk mengetahui apakah alat tersebut dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Alat dapat dikatakan telah bekerja sesuai dengan yang diinginkan ketika conveyor berjalan, gelas dapat diisi pada proses pengisian dan mesin sealer cup berhasil menutup gelas.

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

BAB IV

PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemilihan Komponen

Komponen yang digunakan untuk membuat system pengemasan produksi teh tawar menggunakan system pneumatik adalah sebagai berikut.

4.1.1 Gelas Plastik

Komponen ini digunakan sebagai wadah untuk air teh pada proses pengisian. Gelas ini berukuran 16 oz yang memiliki diameter atas 8,9 cm, tinggi 10,7 cm dan volume 354,88 ml.



Gambar 4.1 Gelas Plastik

4.1.2 Konveyor

Komponen ini digunakan sebagai media tempat berjalannya gelas. Konveyor ini memiliki dimensi 130x20x15 cm. Gelas yang diletakkan secara manual diatas konveyor akan bergerak masuk ke proses pengisian untuk mengisi gelas. Setelah proses pengisian selesai, gelas akan masuk ke proses pengepresan. Pada konveyor terdapat jalur gelas dengan panjang 80 cm dan lebar 15 cm yang berfungsi untuk menahan gelas agar selalu berada ditengah ketika berjalan. Selama proses produksi berlangsung, konveyor ini akan terus bergerak dan akan berhenti sejenak ketika gelas dideteksi oleh sensor.



Gambar 4.2 Konveyor

4.1.3 Motor AC

Komponen ini digunakan sebagai penggerak dari konveyor. Motor ini memiliki spesifikasi dengan daya 25 W, arus 0,25 A, tegangan 220 v, frekuensi 50 Hz serta kecepatan rotasi 1330 rpm



Gambar 4.3 Motor AC

4.1.4 Sensor Proximity Infrared E18-D80NK

Komponen ini berfungsi mendeteksi gelas pada proses pengisian dan pengepresan. Pada plant ini menggunakan dua sensor proximity pada proses pengisian gelas dan satu sensor proximity pada proses pengepresan gelas. Ketika gelas dideteksi oleh proximity maka konveyor akan berhenti. Selain itu sensor ini juga digunakan untuk mendeteksi tinggi air pada gelas saat proses

pengisian. Berdasarkan datasheet sensor ini mampu mendeteksi suatu benda pada jarak 3-80 cm



Gambar 4.4 Sensor Proximity

4.1.5 Solenoid Valve

Komponen ini berfungsi sebagai katup pada proses pengisian. Katup ini berukuran 0,5 inch yang bekerja secara on/off. Katup ini memiliki tegangan 220 v dan range temperature -5°C - 100°C . Solenoid valve ini akan membuka ketika sensor proximity 1 pada pengisian gelas mendeteksi gelas dan akan menutup ketika sensor proximity 2 mendeteksi tinggi air pada gelas.



Gambar 4.5 Solenoid Valve

4.1.6 Sealer Cup

Sealer cup merupakan mesin yang digunakan untuk menutup gelas. Alat ini akan berfungsi ketika tuas pada sealer ditekan.

Mesin ini memiliki tegangan 220v, frekuensi 50 Hz, dan daya listrik 300 W. Alat ini harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum memulai proses pengepresan



Gambar 4.6 Sealer Cup

4.1.7 Directional Control Valve 5/2

Komponen ini digunakan sebagai penggerak silinder pneumatic. Directional control valve akan aktif untuk menggerakkan silinder pneumatic ketika diberi udara bertekanan. Pada plant ini menggunakan dua directional control valve yang dimana directional control valve 1 berfungsi untuk menggerakkan silinder pneumatik pengapit gelas dan directional control valve 2 digunakan untuk menggerakkan piston proses pengepresan gelas.



Gambar 4.7 Directional Control Valve

4.1.8 Silinder Pneumatik Kerja Ganda

Komponen ini digunakan untuk menggerakkan tuas mesin sealer cup dan pengapit gelas pada proses pengepresan. Silinder pneumatic ini memiliki ukuran 16x150 mm dengan ukuran bore 16 mm, panjang stroke 150 mm dan tekanan kerja 1 sampai 10 bar. Pada plant ini menggunakan tiga silinder pneumatik yang dimana silinder pneumatik 1 dan 2 berfungsi untuk mengapit gelas serta silinder pneumatik 3 berfungsi untuk mengepres gelas. Ketika udara dari kompresor dihubungkan kedalam directional control valve 1 yang telah dirangkai terhubung dengan silinder pneumatik dalam keadaan normally open pada posisi batang silinder pneumatik dalam keadaan membuka, maka ketika directional control valve 1 aktif akan terjadi perpindahan posisi pada ruas katup pneumatik yang semula udara masuk pada sisi kiri silinder menjadi udara masuk pada sisi kanan silinder, sehingga batang piston akan bergerak menutup. Begitupun sebaliknya pada proses pengepresan dimana directional control valve yang dirangkai terhubung dengan silinder pneumatik dalam keadaan normally close pada posisi batang silinder pneumatik dalam keadaan menutup. Ketika directional control valve 2 aktif akan terjadi perpindahan posisi pada ruas katup pneumatik yang semula udara masuk pada sisi kanan silinder menjadi udara masuk pada sisi kiri silinder, sehingga batang piston akan bergerak membuka. Untuk proses pengepresan berdasarkan hasil percobaan dibutuhkan tekanan 7 bar untuk menggerakkan tuas mesin sealer secara penuh.



Gambar 4.8 Silinder Pneumatik Kerja Ganda

4.1.9 ATmega16

Komponen ini digunakan sebagai controller agar system ini dapat bekerja secara otomatis. Atmega ini akan mengatur mati dan menyalanya konveyor, buka tutup solenoid valve, serta mengatur directional control valve pada proses pengepresan.

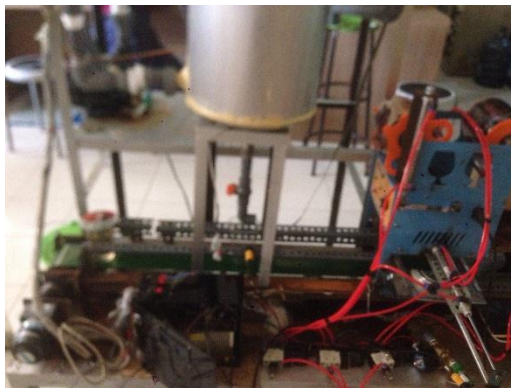


Gambar 4.9 ATmega16

4.2 Perancangan Alat

4.2.1 Perancangan Hardware

Hasil perancangan hardware system pengemasan produksi teh tawar adalah sebagai berikut.



Gambar 4.10 Hasil Perancangan Hardware

Gambar diatas menunjukkan hasil perancangan hardware yang telah dibuat yang dimana setiap komponen telah dirangkai menjadi satu.

4.2.2 Perancangan Software

Untuk mendukung kinerja hardware agar dapat bekerja secara otomatis dibutuhkan sebuah bahasa pemrograman yang diprogram menggunakan aplikasi codevision AVR. Berikut hasil pemrograman yang telah dibuat.

```

delay_ms(2000);
g_counter = 0;
delay_ms(1000);
while (1){
    if(prox_sealer < 20){
        delay_ms(350);
        conveyor = off;
        mode = 1;
    }else if(prox_pengisian < 20){
        delay_ms(0);
        conveyor = off;
        mode = 2;
    }

    if(mode == 0){
        conveyor = on;
        valve = off;
    }else if(mode == 1){
        g_counter +=1;
        printf("%c%d%c", '@', g_counter, '#');
        delay_ms(250);
        conveyor = off;        delay_ms(2000);
        pneu_slide = on;      delay_ms(3000);
        pneu_press = on;      delay_ms(6000);
        pneu_press = off;     delay_ms(2000);
        pneu_slide = off;     delay_ms(3000);
        conveyor = on;        delay_ms(1000);
        if(g_counter == 6)    g_counter = 0;
        mode = 0;
    }else if(mode == 2){
        delay_ms(250);
        conveyor = off;
        delay_ms(2000);
        while(prox_gelas == off){
            valve = on;
            delay_ms(500);
        }
        conveyor = off;
        valve = off;
        delay_ms(3000);
        conveyor = on;
        delay_ms(1000);
        mode = 0;
    }
}
}

```

Gambar 4.11 Bahasa Pemrograman Pada Codevision AVR

Hasil pemrograman yang telah dibuat akan didownload ke mikrokontroller menggunakan kabel downloader.

4.3 Hasil Perhitungan Pneumatik

Silinder pneumatic yang digunakan memiliki spesifikasi dengan diameter silinder 16 mm, panjang stroke 150 mm dan tekanan kerja 1-10 bar. Untuk dapat menghitung gerak efektif piston diperlukan diameter batang piston yang telah diukur dengan mendapatkan keliling 2,5 cm sehingga didapatkan diameter batang piston sebesar 7,96 mm. Berdasarkan persamaan 2.1 dan 2.2 gerak efektif piston saat maju sebesar 200,96 N serta gerak efektif piston saat mundur sebesar 151,221 N. Kecepatan piston dan debit kompresor berdasarkan persamaan 2.3, 2.4 didapatkan kecepatan piston sebesar 7,5 cm/s dan debit kompresor sebesar 0,015072 L/s. Setelah mendapatkan debit kompresor berdasarkan persamaan 2.5, 2.6 dapat dihitung waktu langkah maju piston sebesar 2 s dan waktu langkah mundur piston sebesar 1,5 s, sehingga waktu secara keseluruhan sebesar 3,5 s. Untuk konsumsi udara yang digunakan saat maju dan mundur berdasarkan persamaan 2.7 serta 2.8 didapatkan konsumsi udara saat maju sebesar 0,030144 L, 0,0022684 L saat mundur sehingga konsumsi udara keseluruhan sebesar 0,052827 L.

4.4 Pengujian Alat

Setelah dilakukan perancangan dan pembuatan alat sistem pengemasan teh tawar maka perlu dilakukan pengujian terhadap *hardware* dan *software* yang telah dibuat. Pengujian ini perlu dilakukan untuk mengetahui performansi alat secara keseluruhan yaitu pada perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Sistem kerja pada pengemasan teh tawar bertujuan untuk menghasilkan produk teh gelas yang dikemas secara otomatis dengan menggunakan mikrokontroller sebagai pengontrolnya. Dilakukan beberapa pengambilan data pada plant salah satunya pada sensor proximity yang dimana hasilnya ditampilkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengambilan Data Sensor Proximity

Sensor Proximity		
Jarak (cm)	Indikator	Keterangan
10	1	Nyala
20	1	Nyala
30	1	Nyala
40	1	Nyala

Dari data yang diperoleh didapatkan bahwa sensor proximity yang digunakan mampu mendeteksi benda pada jarak 40 cm. Pengujian ini sudah dapat memastikan bahwa sensor layak digunakan karena jarak yang dibutuhkan pada plant kurang dari 10 cm.

Pada proses pengisian gelas dilakukan pengambilan data waktu pengisian yang dibutuhkan dengan hasil ditampilkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengambilan Data Waktu Pengisian

Pengisian Gelas	
Gelas ke	Waktu (s)
1	9,14
2	9,06
3	9,19
4	9,23
5	9,27
6	9,31
rata - rata	9,2

Dari data diatas menunjukkan bahwa tiap pengisian gelas dibutuhkan rata – rata waktu 9,2 detik.

Selain itu dilakukan juga pengujian pada plant secara keseluruhan yang dimana bertujuan untuk mengetahui jumlah waktu yang dibutuhkan satu gelas dalam satu kali produksi. Pada

tabel 4.3 berikut merupakan hasil pengambilan data yang telah dilakukan

Tabel 4.3 Hasil Pengambilan Data Waktu Pengemasan

Waktu Pengemasan	
Gelas ke	Waktu (s)
1	33,74
2	34,61
3	34,56
4	34,58
5	34,44
6	34,46
rata - rata	34,39

Data diatas didapatkan bahwa rata-rata gelas yang berhasil dikemas membutuhkan waktu 34,39 detik tiap 1 gelas.dengan jarak 110 cm.

4.5 Pembahasan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan bahwa alat system pengemasan produksi teh tawar telah berkerja secara otomatis dimana gelas dapat diisi pada proses pengisian dan gelas dapat tertutup pada proses pengepresan. Sistem ini dimulai ketika gelas diletakkan diatas konveyor secara manual yang kemudian gelas akan bergerak masuk ke proses pengisian. Pada proses pengisian terdapat sensor proximity 1 yang akan mendeteksi gelas untuk menghentikan konveyor. Ketika konveyor berhenti, solenoid valve akan membuka untuk mengisi gelas. Tinggi air pada gelas akan dideteksi oleh sensor proximity 2. Ketika tinggi air telah terdeteksi, solenoid valve akan menutup. Solenoid valve yang telah menutup akan mengaktifkan kembali konveyor sehigga gelas masuk ke proses pengepresan. Pada proses pengepresan terdapat sensor proximity 3 untuk menghentikan konveyor. Ketika konveyor telah berhenti akan mengaktifkan directional control

valve 1 untuk mengapit gelas dan directional control valve 2 untuk mengepres gelas. Gelas yang telah tertutup akan masuk ke proses pengepakan.

Pada pengujian sensor dapat diketahui bahwa sensor proximity yang digunakan dapat mendeteksi benda pada jarak 40 cm. Pada proses pengisian gelas rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengisi gelas adalah 9,2 detik. Pada proses pengepresan gelas berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, dibutuhkan tekanan sebesar 7 bar untuk menggerakkan silinder pneumatik agar tuas pada mesin sealer dapat digerakkan secara penuh. Untuk system secara keseluruhan, dari data yang diperoleh diketahui bahwa proses pengemasan tiap gelas dibutuhkan rata-rata waktu 34,39 detik.

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari Tugas akhir didapatkan beberapa kesimpulan yang telah ada sebagai berikut :

- a. Sistem pada plant ini yang digunakan merupakan sistem sekuensial yang bekerja secara berurutan
- b. Proses pengisian membutuhkan rata – rata waktu 9,2 detik untuk mengisi gelas
- c. Proses pengepresan gelas dibutuhkan tekanan sebesar 7 bar agar tuas pada mesin sealer dapat digerakkan secara penuh
- d. Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk 1 gelas proses pengemasan adalah 34,39 detik
- e. Pada jarak 10 - 40 cm, sensor proximity inframerah mampu mendeteksi air dan benda hingga

5.2 Saran

Dari Tugas akhir didapatkan saran sebagai berikut :

- a. Sebelum menerapkan sistem ini perlu dilakukan uji coba dan selama masa uji system sudah harus akurat
- b. Jika pada saat percobaan menunjukan error yang tinggi disarankan untuk memperhatikan kembali kodingan atau mendownload ulang program ke IC mikrokontroller
- c. Pada mesin sealer sebaiknya ditambahkan motor atau sensor untuk menggerakkan plastic agar dapat dikontrol.

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

DAFTAR PUSTAKA

- Anggriawan, J. J., 2011. *Mesin Filling dan Capping otomatis untuk botol kemasan essens menggunakan sistem scada*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Bahtiar, Y. L. & Prasetyo, F. T., n.d. *MESIN PENGEPRES PLASTIK DENGAN SISTEM PENGGERAK PNEUMATIK*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hughes, H. A., 2013. Hand book farm, dairy and food machinery engineering. *Food Packaging Machinery*, pp. 667-900.
- Instrumentasi, L. W., 2017. *Modul Praktikum P2 Sistem Sekuensial Teknik Otomasi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Janur, P., 2017. *RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL TEKANAN PADA PRESS MACHINE BETON DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM HIDROLIK*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mahalik, N. & Nambiar, A., 2010. Trend in food science & technology. *Trend in food packaging, manufacturing system and technology* , pp. 117-128.
- Mulyono, I., 2013. *Wire Stripping Machine*. Batam: Politeknik Negeri Batam.
- Sari, E. D. A., 2016. *rancang bangun alat pengukur jarak benda menggunakan sensor ultrasonik berbasis virtual c*. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Susilo, B., 2013. *Rancang Bangun Simulator Pneumatik Sebagai Alat Pemindah Barang*. Semarang: Universitas Diponegoro.

UNY, n.d. *Sistem Pneumatik*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Lampiran A

Datasheet Atmega 16

Features

- High Performance, Low Power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions - Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 1 MIPS throughput per MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- Data and Non-Volatile Program Memory
 - 16/32/64K Bytes Flash of In-System Programmable Program Memory
 - 512B/1K/2K Bytes of In-System Programmable EEPROM
 - 12/4K Bytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/ 100,000 EEPROM
 - Data Retention: 20 years at 85°C/ 100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Flash Program and EEPROM Data Security
- On Chip Debug Interface (debugWIRE)
- CAN 2.0A/B with 6 Message Objects - ISO 16845 Certified
- LIN 2.1 and 1.3 Controller or 8-Bit UART
- One 12-bit High Speed PS/2 (Power Stage Controller)
 - Non Overlapping Inverted PWM Output Pins With Flexible Dead-Time
 - Variable PWM duty Cycle and Frequency
 - Synchronous Update of all PWM Registers
 - Auto Stop Function for Emergency Event
- Peripheral Features
 - One 8-bit General purpose Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode and Capture Mode
 - One 16-bit General purpose Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode and Capture Mode
 - One Master/Slave SPI Serial Interface
 - 10-bit ADC
 - Up To 11 Single Ended Channels and 3 Fully Differential ADC Channel Pairs
 - Programmable Gain (5x, 10x, 20x, 40x) on Differential Channels
 - Internal Reference Voltage
 - Direct Power Supply Voltage Measurement
 - 10-bit DAC for Variable Voltage Reference (Comparators, ADC)
 - Four Analog Comparators with Variable Threshold Detection
 - 100µA ±2% Current Source (LIN Node Identification)
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-Chip Oscillator
 - On-chip Temperature Sensor
- Special Microcontroller Features
 - Low Power Idle, Noise Reduction, and Power Down Modes
 - Power On Reset and Programmable Brown Out Detection
 - In-System Programmable via SPI Port
 - High Precision Crystal Oscillator for CAN Operations (16MHz)
 - Internal Calibrated RC Oscillator (8MHz)
 - On-chip PLL for fast PWM (32MHz, 64MHz) and CPU (16MHz)
- Operating Voltage: 2.7V - 5.5V
- Extended Operating Temperature:
 - -40°C to +85°C
- Core Speed Grade:
 - 0 - 8MHz @ 2.7 - 4.5V
 - 0 - 16MHz @ 4.5 - 5.5V



8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 16/32/64K
Bytes In-System
Programmable
Flash

ATmega16M1
ATmega32M1
ATmega64M1

Preliminary
Summary

8208DS-AVR-11'10



1.1 Pin Descriptions

Table 1-1. Pinout description

QFN32 Pin Number	Mnemonic	Type	Name, Function & Alternate Function
5	GND	Power	Ground: 0V reference
20	AGND	Power	Analog Ground: 0V reference for analog part
4	VCC	Power	Power Supply
19	AVCC	Power	Analog Power Supply: This is the power supply voltage for analog part. For a normal use this pin must be connected
21	AREF	Power	Analog Reference: reference for analog converter. This is the reference voltage of the A/D converter. As output, can be used by external analog ISRC (Current Source Output)
8	PB0	I/O	MISO (SPI Master In Slave Out) PSCOUT2A ⁽¹⁾ (PSC Module 2 Output A) PCINT0 (Pin Change Interrupt 0)
9	PB1	I/O	MOSI (SPI Master Out Slave In) PSCOUT2B ⁽¹⁾ (PSC Module 2 Output B) PCINT1 (Pin Change Interrupt 1)
16	PB2	I/O	ADC5 (Analog Input Channel 5) INT1 (External Interrupt 1 Input) ACMPN0 (Analog Comparator 0 Negative Input) PCINT2 (Pin Change Interrupt 2)
23	PB3	I/O	AMP0- (Analog Differential Amplifier 0 Negative Input) PCINT3 (Pin Change Interrupt 3)
24	PB4	I/O	AMP0+ (Analog Differential Amplifier 0 Positive Input) PCINT4 (Pin Change Interrupt 4)
26	PB5	I/O	ADC6 (Analog Input Channel 6) INT2 (External Interrupt 2 Input) ACMPN1 (Analog Comparator 1 Negative Input) AMP2- (Analog Differential Amplifier 2 Negative Input) PCINT5 (Pin Change Interrupt 5)
27	PB6	I/O	ADC7 (Analog Input Channel 7) PSCOUT1B ⁽¹⁾ (PSC Module 1 Output B) PCINT6 (Pin Change Interrupt 6)
28	PB7	I/O	ADC4 (Analog Input Channel 4) PSCOUT0B ⁽¹⁾ (PSC Module 0 Output B) SCK (SPI Clock) PCINT7 (Pin Change Interrupt 7)
30	PC0	I/O	PSCOUT1A ⁽¹⁾ (PSC Module 1 Output A) INT3 (External Interrupt 3 Input) PCINT8 (Pin Change Interrupt 8)



Table 1-1. Pinout description (Continued)

OPIN32 Pin Number	Mnemonic	Type	Name, Function & Alternate Function
3	PC1	I/O	PSCIN1 (PSC Digital Input 1) OC1B (Timer 1 Output Compare B) SS_A (Alternate SPI Slave Select) PCINT9 (Pin Change Interrupt 9)
6	PC2	I/O	T0 (Timer 0 clock input) TXCAN (CAN Transmit Output) PCINT10 (Pin Change Interrupt 10)
7	PC3	I/O	T1 (Timer 1 clock input) RXCAN (CAN Receive Input) ICP1B (Timer 1 input capture alternate B input) PCINT11 (Pin Change Interrupt 11)
17	PC4	I/O	ADC8 (Analog Input Channel 8) AMP1- (Analog Differential Amplifier 1 Negative Input) ACMPN3 (Analog Comparator 3 Negative Input) PCINT12 (Pin Change Interrupt 12)
18	PC5	I/O	ADC9 (Analog Input Channel 9) AMP1+ (Analog Differential Amplifier 1 Positive Input) ACMPN3 (Analog Comparator 3 Positive Input) PCINT13 (Pin Change Interrupt 13)
22	PC6	I/O	ADC10 (Analog Input Channel 10) ACMPN1 (Analog Comparator 1 Positive Input) PCINT14 (Pin Change Interrupt 14)
25	PC7	I/O	D2A (DAC output) AMP2+ (Analog Differential Amplifier 2 Positive Input) PCINT15 (Pin Change Interrupt 15)
29	PD0	I/O	PSCOUT0A ⁽¹⁾ (PSC Module 0 Output A) PCINT16 (Pin Change Interrupt 16)
32	PD1	I/O	PSCIN0 (PSC Digital Input 0) CLK0 (System Clock Output) PCINT17 (Pin Change Interrupt 17)
1	PD2	I/O	OC1A (Timer 1 Output Compare A) PSCIN2 (PSC Digital Input 2) MISO_A (Programming & alternate SPI Master In Slave Out) PCINT18 (Pin Change Interrupt 18)
2	PD3	I/O	TXD (UART Tx data) TXLIN (LIN Transmit Output) OC0A (Timer 0 Output Compare A) SS (SPI Slave Select) MOSI_A (Programming & alternate Master Out SPI Slave In) PCINT19 (Pin Change Interrupt 19)

Table 1-1. Pinout description (Continued)

QFN32 Pin Number	Mnemonic	Type	Name, Function & Alternate Function
12	PD4	I/O	ADC1 (Analog Input Channel 1) RXD (UART Rx data) RXLIN (LIN Receive Input) ICP1A (Timer 1 Input capture alternate A Input) SCK_A (Programming & alternate SPI Clock) PCINT20 (Pin Change Interrupt 20)
13	PD5	I/O	ADC2 (Analog Input Channel 2) ACMP2 (Analog Comparator 2 Positive Input) PCINT21 (Pin Change Interrupt 21)
14	PD6	I/O	ADC3 (Analog Input Channel 3) ACMPN2 (Analog Comparator 2 Negative Input) INT0 (External Interrupt 0 Input) PCINT22 (Pin Change Interrupt 22)
15	PD7	I/O	ACMP0 (Analog Comparator 0 Positive Input) PCINT23 (Pin Change Interrupt 23)
31	PE0	I/O or I	RESET (Reset Input) OCD (On Chip Debug I/O) PCINT24 (Pin Change Interrupt 24)
10	PE1	I/O	XTAL1 (XTAL Input) OC0B (Timer 0 Output Compare B) PCINT25 (Pin Change Interrupt 25)
11	PE2	I/O	XTAL2 (XTAL Output) ADC0 (Analog Input Channel 0) PCINT26 (Pin Change Interrupt 26)

Note: 1. Only for Atmega32M1/64M1
2. On the engineering samples, the ACMPN3 alternate function is not located on PC4. It is located on PE2

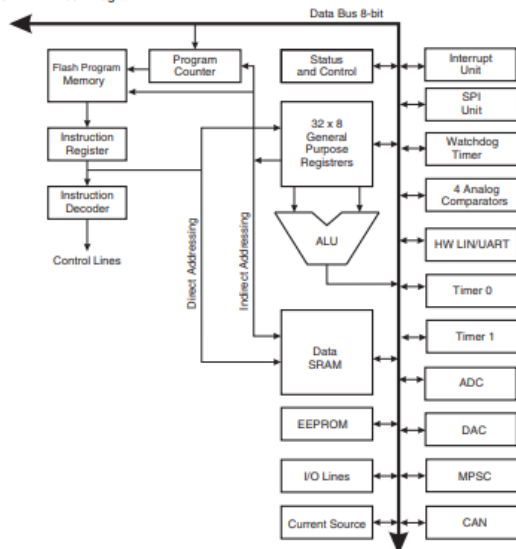
2. Overview

The ATmega16M1/32M1/64M1 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega16M1/32M1/64M1 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.



2.1 Block Diagram

Figure 2-1. Block Diagram



The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega16M1/32M1/64M1 provides the following features: 16/32/64K bytes of In-System Programmable Flash with Read-While-Write capabilities, 512B/1K/2K bytes EEPROM, 1/2/4K bytes SRAM, 27 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, one Motor Power Stage Controller, two flexible Timer/Counters with compare modes and PWM, one UART with HW LIN, an 11-channel 10-bit ADC with two differential input stages with programmable gain, a 10-bit DAC, a programmable Watchdog Timer with Internal Individual Oscillator, an SPI serial port, an On-chip Debug system and four software selectable power saving modes.

The Idle mode stops the CPU while allowing the SRAM, Timer/Counters, SPI ports, CAN, LIN/UART and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or Hardware Reset. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the Crystal/Resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low power consumption.

The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega16M1/32M1/64M1 is a powerful microcontroller that provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The ATmega16M1/32M1/64M1 AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, in-circuit emulators, and evaluation kits.

2.2 Pin Descriptions

2.2.1 VCC

Digital supply voltage.

2.2.2 GND

Ground.

2.2.3 Port B (PB7..PB0)

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port B also serves the functions of various special features of the ATmega16M1/32M1/64M1 as listed on [page 70](#).

2.2.4 Port C (PC7..PC0)

Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port C also serves the functions of special features of the ATmega16M1/32M1/64M1 as listed on [page 74](#).



2.2.5 Port D (PD7..PD0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port D also serves the functions of various special features of the ATmega16M1/32M1/64M1 as listed on page 78.

2.2.6 Port E (PE2..0) RESET/XTAL1/XTAL2

Port E is an 3-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port E output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port E pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port E pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

If the RSTDISBL Fuse is programmed, PE0 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PE0 differ from those of the other pins of Port E.

If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PE0 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in "System and Reset Characteristics" on page 311. Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.

Depending on the clock selection fuse settings, PE1 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

Depending on the clock selection fuse settings, PE2 can be used as output from the inverting Oscillator amplifier.

The various special features of Port E are elaborated in "Alternate Functions of Port E" on page 81 and "Clock Systems and their Distribution" on page 27.

2.2.7 AVCC

AVCC is the supply voltage pin for the A/D Converter, D/A Converter, Current source. It should be externally connected to V_{CC} , even if the ADC, DAC are not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.

2.2.8 AREF

This is the analog reference pin for the A/D Converter.

3. Resources

A comprehensive set of development tools, application notes and datasheets are available for download on <http://www.atmel.com/avr>.

4. About Code Examples

This documentation contains simple code examples that briefly show how to use various parts of the device. Be aware that not all C compiler vendors include bit definitions in the header files and interrupt handling in C is compiler dependent. Please confirm with the C compiler documentation for more details.

These code examples assume that the part specific header file is included before compilation. For I/O registers located in extended I/O map, "IN", "OUT", "SBIS", "SBIC", "CBI", and "SBI" instructions must be replaced with instructions that allow access to extended I/O. Typically "LDS" and "STS" combined with "SBR", "SBRC", "SBR", and "CBR".

5. Data Retention

Reliability Qualification results show that the projected data retention failure rate is much less than 1 PPM over 20 years at 85°C or 100 years at 25°C.





6. Register Summary

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
(0xF7)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0xF8)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0xF9)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0xFA)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0xFB)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0xFC)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0xFD)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0xFE)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0xFF)	Reserved	--	--	--	--	--	--	--	--	
(0x00)	CANMSG	MSG7	MSG6	MSG5	MSG4	MSG3	MSG2	MSG1	MSG0	195
(0x01)	CANSTM0	TMSTM0	TMSTM1	TMSTM2	TMSTM3	TMSTM4	TMSTM5	TMSTM6	TMSTM7	195
(0x02)	CANSTM1	TMSTM8	TMSTM9	TMSTM10	TMSTM11	TMSTM12	TMSTM13	TMSTM14	TMSTM15	195
(0x03)	CANSTM2	TMSTM16	TMSTM17	TMSTM18	TMSTM19	TMSTM20	TMSTM21	TMSTM22	TMSTM23	195
(0x04)	CANSTM3	TMSTM24	TMSTM25	TMSTM26	TMSTM27	TMSTM28	TMSTM29	TMSTM30	TMSTM31	195
(0x05)	CANSTM4	TMSTM32	TMSTM33	TMSTM34	TMSTM35	TMSTM36	TMSTM37	TMSTM38	TMSTM39	195
(0x06)	CANSTM5	TMSTM40	TMSTM41	TMSTM42	TMSTM43	TMSTM44	TMSTM45	TMSTM46	TMSTM47	195
(0x07)	CANSTM6	TMSTM48	TMSTM49	TMSTM50	TMSTM51	TMSTM52	TMSTM53	TMSTM54	TMSTM55	195
(0x08)	CANSTM7	TMSTM56	TMSTM57	TMSTM58	TMSTM59	TMSTM60	TMSTM61	TMSTM62	TMSTM63	195
(0x09)	CANSTM8	TMSTM64	TMSTM65	TMSTM66	TMSTM67	TMSTM68	TMSTM69	TMSTM70	TMSTM71	195
(0x0A)	CANSTM9	TMSTM72	TMSTM73	TMSTM74	TMSTM75	TMSTM76	TMSTM77	TMSTM78	TMSTM79	195
(0x0B)	CANSTM10	TMSTM80	TMSTM81	TMSTM82	TMSTM83	TMSTM84	TMSTM85	TMSTM86	TMSTM87	195
(0x0C)	CANSTM11	TMSTM88	TMSTM89	TMSTM90	TMSTM91	TMSTM92	TMSTM93	TMSTM94	TMSTM95	195
(0x0D)	CANSTM12	TMSTM96	TMSTM97	TMSTM98	TMSTM99	TMSTM100	TMSTM101	TMSTM102	TMSTM103	195
(0x0E)	CANSTM13	TMSTM104	TMSTM105	TMSTM106	TMSTM107	TMSTM108	TMSTM109	TMSTM110	TMSTM111	195
(0x0F)	CANSTM14	TMSTM112	TMSTM113	TMSTM114	TMSTM115	TMSTM116	TMSTM117	TMSTM118	TMSTM119	195
(0x10)	CANSTM15	TMSTM120	TMSTM121	TMSTM122	TMSTM123	TMSTM124	TMSTM125	TMSTM126	TMSTM127	195
(0x11)	CANSTM16	TMSTM128	TMSTM129	TMSTM130	TMSTM131	TMSTM132	TMSTM133	TMSTM134	TMSTM135	195
(0x12)	CANSTM17	TMSTM136	TMSTM137	TMSTM138	TMSTM139	TMSTM140	TMSTM141	TMSTM142	TMSTM143	195
(0x13)	CANSTM18	TMSTM144	TMSTM145	TMSTM146	TMSTM147	TMSTM148	TMSTM149	TMSTM150	TMSTM151	195
(0x14)	CANSTM19	TMSTM152	TMSTM153	TMSTM154	TMSTM155	TMSTM156	TMSTM157	TMSTM158	TMSTM159	195
(0x15)	CANSTM20	TMSTM160	TMSTM161	TMSTM162	TMSTM163	TMSTM164	TMSTM165	TMSTM166	TMSTM167	195
(0x16)	CANSTM21	TMSTM168	TMSTM169	TMSTM170	TMSTM171	TMSTM172	TMSTM173	TMSTM174	TMSTM175	195
(0x17)	CANSTM22	TMSTM176	TMSTM177	TMSTM178	TMSTM179	TMSTM180	TMSTM181	TMSTM182	TMSTM183	195
(0x18)	CANSTM23	TMSTM184	TMSTM185	TMSTM186	TMSTM187	TMSTM188	TMSTM189	TMSTM190	TMSTM191	195
(0x19)	CANSTM24	TMSTM192	TMSTM193	TMSTM194	TMSTM195	TMSTM196	TMSTM197	TMSTM198	TMSTM199	195
(0x1A)	CANSTM25	TMSTM200	TMSTM201	TMSTM202	TMSTM203	TMSTM204	TMSTM205	TMSTM206	TMSTM207	195
(0x1B)	CANSTM26	TMSTM208	TMSTM209	TMSTM210	TMSTM211	TMSTM212	TMSTM213	TMSTM214	TMSTM215	195
(0x1C)	CANSTM27	TMSTM216	TMSTM217	TMSTM218	TMSTM219	TMSTM220	TMSTM221	TMSTM222	TMSTM223	195
(0x1D)	CANSTM28	TMSTM224	TMSTM225	TMSTM226	TMSTM227	TMSTM228	TMSTM229	TMSTM230	TMSTM231	195
(0x1E)	CANSTM29	TMSTM232	TMSTM233	TMSTM234	TMSTM235	TMSTM236	TMSTM237	TMSTM238	TMSTM239	195
(0x1F)	CANSTM30	TMSTM240	TMSTM241	TMSTM242	TMSTM243	TMSTM244	TMSTM245	TMSTM246	TMSTM247	195
(0x20)	CANSTM31	TMSTM248	TMSTM249	TMSTM250	TMSTM251	TMSTM252	TMSTM253	TMSTM254	TMSTM255	195
(0x21)	CANSTM32	TMSTM256	TMSTM257	TMSTM258	TMSTM259	TMSTM260	TMSTM261	TMSTM262	TMSTM263	195
(0x22)	CANSTM33	TMSTM264	TMSTM265	TMSTM266	TMSTM267	TMSTM268	TMSTM269	TMSTM270	TMSTM271	195
(0x23)	CANSTM34	TMSTM272	TMSTM273	TMSTM274	TMSTM275	TMSTM276	TMSTM277	TMSTM278	TMSTM279	195
(0x24)	CANSTM35	TMSTM280	TMSTM281	TMSTM282	TMSTM283	TMSTM284	TMSTM285	TMSTM286	TMSTM287	195
(0x25)	CANSTM36	TMSTM288	TMSTM289	TMSTM290	TMSTM291	TMSTM292	TMSTM293	TMSTM294	TMSTM295	195
(0x26)	CANSTM37	TMSTM296	TMSTM297	TMSTM298	TMSTM299	TMSTM300	TMSTM301	TMSTM302	TMSTM303	195
(0x27)	CANSTM38	TMSTM304	TMSTM305	TMSTM306	TMSTM307	TMSTM308	TMSTM309	TMSTM310	TMSTM311	195
(0x28)	CANSTM39	TMSTM312	TMSTM313	TMSTM314	TMSTM315	TMSTM316	TMSTM317	TMSTM318	TMSTM319	195
(0x29)	CANSTM40	TMSTM320	TMSTM321	TMSTM322	TMSTM323	TMSTM324	TMSTM325	TMSTM326	TMSTM327	195
(0x2A)	CANSTM41	TMSTM328	TMSTM329	TMSTM330	TMSTM331	TMSTM332	TMSTM333	TMSTM334	TMSTM335	195
(0x2B)	CANSTM42	TMSTM336	TMSTM337	TMSTM338	TMSTM339	TMSTM340	TMSTM341	TMSTM342	TMSTM343	195
(0x2C)	CANSTM43	TMSTM344	TMSTM345	TMSTM346	TMSTM347	TMSTM348	TMSTM349	TMSTM350	TMSTM351	195
(0x2D)	CANSTM44	TMSTM352	TMSTM353	TMSTM354	TMSTM355	TMSTM356	TMSTM357	TMSTM358	TMSTM359	195
(0x2E)	CANSTM45	TMSTM360	TMSTM361	TMSTM362	TMSTM363	TMSTM364	TMSTM365	TMSTM366	TMSTM367	195
(0x2F)	CANSTM46	TMSTM368	TMSTM369	TMSTM370	TMSTM371	TMSTM372	TMSTM373	TMSTM374	TMSTM375	195
(0x30)	CANSTM47	TMSTM376	TMSTM377	TMSTM378	TMSTM379	TMSTM380	TMSTM381	TMSTM382	TMSTM383	195
(0x31)	CANSTM48	TMSTM384	TMSTM385	TMSTM386	TMSTM387	TMSTM388	TMSTM389	TMSTM390	TMSTM391	195
(0x32)	CANSTM49	TMSTM392	TMSTM393	TMSTM394	TMSTM395	TMSTM396	TMSTM397	TMSTM398	TMSTM399	195
(0x33)	CANSTM50	TMSTM400	TMSTM401	TMSTM402	TMSTM403	TMSTM404	TMSTM405	TMSTM406	TMSTM407	195
(0x34)	CANSTM51	TMSTM408	TMSTM409	TMSTM410	TMSTM411	TMSTM412	TMSTM413	TMSTM414	TMSTM415	195
(0x35)	CANSTM52	TMSTM416	TMSTM417	TMSTM418	TMSTM419	TMSTM420	TMSTM421	TMSTM422	TMSTM423	195
(0x36)	CANSTM53	TMSTM424	TMSTM425	TMSTM426	TMSTM427	TMSTM428	TMSTM429	TMSTM430	TMSTM431	195
(0x37)	CANSTM54	TMSTM432	TMSTM433	TMSTM434	TMSTM435	TMSTM436	TMSTM437	TMSTM438	TMSTM439	195
(0x38)	CANSTM55	TMSTM440	TMSTM441	TMSTM442	TMSTM443	TMSTM444	TMSTM445	TMSTM446	TMSTM447	195
(0x39)	CANSTM56	TMSTM448	TMSTM449	TMSTM450	TMSTM451	TMSTM452	TMSTM453	TMSTM454	TMSTM455	195
(0x3A)	CANSTM57	TMSTM456	TMSTM457	TMSTM458	TMSTM459	TMSTM460	TMSTM461	TMSTM462	TMSTM463	195
(0x3B)	CANSTM58	TMSTM464	TMSTM465	TMSTM466	TMSTM467	TMSTM468	TMSTM469	TMSTM470	TMSTM471	195
(0x3C)	CANSTM59	TMSTM472	TMSTM473	TMSTM474	TMSTM475	TMSTM476	TMSTM477	TMSTM478	TMSTM479	195
(0x3D)	CANSTM60	TMSTM480	TMSTM481	TMSTM482	TMSTM483	TMSTM484	TMSTM485	TMSTM486	TMSTM487	195
(0x3E)	CANSTM61	TMSTM488	TMSTM489	TMSTM490	TMSTM491	TMSTM492	TMSTM493	TMSTM494	TMSTM495	195
(0x3F)	CANSTM62	TMSTM496	TMSTM497	TMSTM498	TMSTM499	TMSTM500	TMSTM501	TMSTM502	TMSTM503	195
(0x40)	CANSTM63	TMSTM504	TMSTM505	TMSTM506	TMSTM507	TMSTM508	TMSTM509	TMSTM510	TMSTM511	195
(0x41)	CANSTM64	TMSTM512	TMSTM513	TMSTM514	TMSTM515	TMSTM516	TMSTM517	TMSTM518	TMSTM519	195
(0x42)	CANSTM65	TMSTM520	TMSTM521	TMSTM522	TMSTM523	TMSTM524	TMSTM525	TMSTM526	TMSTM527	195
(0x43)	CANSTM66	TMSTM528	TMSTM529	TMSTM530	TMSTM531	TMSTM532	TMSTM533	TMSTM534	TMSTM535	195
(0x44)	CANSTM67	TMSTM536	TMSTM537	TMSTM538	TMSTM539	TMSTM540	TMSTM541	TMSTM542	TMSTM543	195
(0x45)	CANSTM68	TMSTM544	TMSTM545	TMSTM546	TMSTM547	TMSTM548	TMSTM549	TMSTM550	TMSTM551	195
(0x46)	CANSTM69	TMSTM552	TMSTM553	TMSTM554	TMSTM555	TMSTM556	TMSTM557	TMSTM558	TMSTM559	195
(0x47)	CANSTM70	TMSTM560	TMSTM561	TMSTM562	TMSTM563	TMSTM564	TMSTM565	TMSTM566	TMSTM567	195
(0x48)	CANSTM71	TMSTM568	TMSTM569	TMSTM570	TMSTM571	TMSTM572	TMSTM573	TMSTM574	TMSTM575	195
(0x49)	CANSTM72	TMSTM576	TMSTM577	TMSTM578	TMSTM579	TMSTM580	TMSTM581	TMSTM582	TMSTM583	195
(0x4A)	CANSTM73	TMSTM584	TMSTM585	TMSTM586	TMSTM587	TMSTM588	TMSTM589	TMSTM590	TMSTM591	195
(0x4B)	CANSTM74	TMSTM592	TMSTM593	TMSTM594	TMSTM595	TMSTM596	TMSTM597	TMSTM598	TMSTM599	195
(0x4C)	CANSTM75	TMSTM600	TMSTM601	TMSTM602	TMSTM603	TMSTM604	TMSTM605	TMSTM606	TMSTM607	195
(0x4D)	CANSTM76	TMSTM608	TMSTM609	TMSTM610	TMSTM611	TMSTM612	TMSTM613	TMSTM614	TMSTM615	195
(0x4E)	CANSTM77	TMSTM616	TMSTM617	TMSTM618	TMSTM619	TMSTM620	TMSTM621	TMSTM622	TMSTM623	195
(0x4F)	CANSTM78	TMSTM624	TMSTM625	TMSTM626	TMSTM627	TMSTM628	TMSTM629	TMSTM630	TMSTM631	195
(0x50)	CANSTM79	TMSTM632	TMSTM633	TMSTM634	TMSTM635	TMSTM636	TMSTM637	TMSTM638	TMSTM639	195
(0x51)	CANSTM80	TMSTM640	TMSTM641	TMSTM642	TMSTM643	TMSTM644	TMSTM645	TMSTM646	TMSTM647	195
(0x52)	CANSTM81	TMSTM648	TMSTM649	TMSTM650	TMSTM651	TMSTM652	TMSTM653	TMSTM654	TMSTM655	195
(0x53)	CANSTM82	TMSTM656	TMSTM657	TMSTM658	TMSTM659	TMSTM660	TMSTM661	TMSTM662	TMSTM663	195
(0x54)	CANSTM83	TMSTM664	TMSTM665	TMSTM666	TMSTM667	TMSTM668	TMSTM669	TMSTM670	TMSTM671	195
(0x55)	CANSTM84	TMSTM672	TMSTM673	TMSTM674	TMSTM675	TMSTM676	TMSTM677	TMSTM678	TMSTM679	195
(0x56)	CANSTM85	TMSTM680	TMSTM681	TMSTM682	TMSTM683	TMSTM684	TMSTM685	TMSTM686	TMSTM687	195
(0x57)	CANSTM86	TMSTM688	TMSTM689	TMSTM690	TMSTM691	TMSTM692	TMSTM693	TMSTM694	TMSTM695	195
(0x58)	CANSTM87	TMSTM696	TMSTM697	TMSTM698	TMSTM699	TMSTM700	TMSTM701	TMSTM702	TMSTM703	195
(0x59)	CANSTM88	TMSTM704	TMSTM705	TMSTM706	TMSTM707	TMSTM708	TMSTM709	TMSTM710	TMSTM711	195
(0x5A)	CANSTM89	TMSTM712	TMSTM713	TMSTM714	TMSTM715	TMSTM716	TMSTM717	TMSTM718	TMSTM719	195
(0x5B)	CANSTM90	TMSTM720	TMSTM721	TMSTM722	TMSTM723	TMSTM724	TMSTM725	TMSTM726	TMSTM727	195
(0x5C)	CANSTM91	TMSTM728	TMSTM729	TMSTM730	TMSTM731	TMSTM732	TMSTM733	TMSTM734	TMSTM735	195
(0x5D)	CANSTM92	TMSTM736	TMSTM737	TMSTM738	TMSTM739	TMSTM740	TMSTM741	TMSTM742	TMSTM743	195
(0x5E)	CANSTM93	TMSTM744	TMSTM745	TMSTM746	TMSTM747	TMSTM748	TMSTM749	TMSTM750	TMSTM751	195
(0x5F)	CANSTM94	TMSTM752	TMSTM753	TMSTM754	TMSTM755	TMSTM756	TMSTM757	TMSTM758	TMSTM759	195
(0x60)	CANSTM95	TMSTM760	TMSTM761	TMSTM762	TMSTM763	TMSTM764	TMSTM765	TMSTM766	TMSTM767	195
(0x61)	CANSTM96	TMSTM768	TMSTM769	TMSTM770	TMSTM771	TMSTM772	TMSTM773	TMSTM774	TMSTM775	195
(0x62)	CANSTM97	TMSTM776	TMSTM777	TMSTM778	TMSTM779	TMSTM780	TMSTM781	TMSTM782	TMSTM783	195
(0x63)	CANSTM98	TMSTM784	TMSTM785	TMSTM786	TMSTM787	TMSTM788	TMSTM789	TMSTM790	TMSTM791	195
(0x64)	CANSTM99	TMSTM792	TMSTM793	TMSTM794	TMSTM795	TMSTM796	TMSTM797	TMSTM798	TMSTM799	195
(0x65)	CANSTM100	TMSTM800	TMSTM801	TMSTM802	TMSTM803	TMSTM804	TMSTM805	TMSTM806	TMSTM807	195
(0x66)	CANSTM101	TMSTM808	TMSTM809	TMSTM810	TMSTM811	TMSTM812	TMSTM813	TMSTM814	TMSTM815	195
(0x67)	CANSTM102	TMSTM816	TMSTM817	TMSTM818	TMSTM819	TMSTM820	TMSTM821	TMSTM822	TMSTM823	195
(0x68)	CANSTM103	TMSTM824	TMSTM825	TMSTM826	TMSTM827	TMSTM828	TMSTM829	TMSTM830	TMSTM831	195
(0x69)	CANSTM104	TMSTM832	TMSTM833	TMSTM834	TMSTM835	TMSTM836	TMSTM837	TMSTM838	TMSTM839	195

ATmega16M1/32M1/64M1

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
(0x0E)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x0F)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x10)	PM	—	—	—	—	PEV0	PEV1	PEV5	PEOP	152
(0x11)	PM	—	—	—	—	PEV2	PEV1	PEV0	PEOP	151
(0x12)	PM02	POVEN0	PSSEL0	PELEV0	PFLT0	PFM0	PFM0	PFM0	PFM0	150
(0x13)	PM01	POVEN1	PSSEL1	PELEV1	PFLT1	PFM1	PFM1	PFM1	PFM1	150
(0x14)	PM00	POVEN0	PSSEL0	PELEV0	PFLT0	PFM0	PFM0	PFM0	PFM0	150
(0x15)	PM00	POVEN1	PSSEL1	PELEV1	PFLT1	PFM1	PFM1	PFM1	PFM1	150
(0x16)	POC	—	—	POEN0	POEN1	POEN2	POEN3	POEN4	POEN5	149
(0x17)	POC	—	—	POEN6	POEN7	POEN8	POEN9	POEN10	POEN11	149
(0x18)	POC	—	—	POEN12	POEN13	POEN14	POEN15	POEN16	POEN17	149
(0x19)	POC	—	—	POEN18	POEN19	POEN20	POEN21	POEN22	POEN23	149
(0x1A)	POC	—	—	POEN24	POEN25	POEN26	POEN27	POEN28	POEN29	149
(0x1B)	POC	—	—	POEN30	POEN31	POEN32	POEN33	POEN34	POEN35	149
(0x1C)	POC	—	—	POEN36	POEN37	POEN38	POEN39	POEN40	POEN41	149
(0x1D)	POC	—	—	POEN42	POEN43	POEN44	POEN45	POEN46	POEN47	149
(0x1E)	POC	—	—	POEN48	POEN49	POEN50	POEN51	POEN52	POEN53	149
(0x1F)	POC	—	—	POEN54	POEN55	POEN56	POEN57	POEN58	POEN59	149
(0x20)	POC	—	—	POEN60	POEN61	POEN62	POEN63	POEN64	POEN65	149
(0x21)	POC	—	—	POEN66	POEN67	POEN68	POEN69	POEN70	POEN71	149
(0x22)	POC	—	—	POEN72	POEN73	POEN74	POEN75	POEN76	POEN77	149
(0x23)	POC	—	—	POEN78	POEN79	POEN80	POEN81	POEN82	POEN83	149
(0x24)	POC	—	—	POEN84	POEN85	POEN86	POEN87	POEN88	POEN89	149
(0x25)	POC	—	—	POEN90	POEN91	POEN92	POEN93	POEN94	POEN95	149
(0x26)	POC	—	—	POEN96	POEN97	POEN98	POEN99	POEN100	POEN101	149
(0x27)	POC	—	—	POEN102	POEN103	POEN104	POEN105	POEN106	POEN107	149
(0x28)	POC	—	—	POEN108	POEN109	POEN110	POEN111	POEN112	POEN113	149
(0x29)	POC	—	—	POEN114	POEN115	POEN116	POEN117	POEN118	POEN119	149
(0x2A)	POC	—	—	POEN120	POEN121	POEN122	POEN123	POEN124	POEN125	149
(0x2B)	POC	—	—	POEN126	POEN127	POEN128	POEN129	POEN130	POEN131	149
(0x2C)	POC	—	—	POEN132	POEN133	POEN134	POEN135	POEN136	POEN137	149
(0x2D)	POC	—	—	POEN138	POEN139	POEN140	POEN141	POEN142	POEN143	149
(0x2E)	POC	—	—	POEN144	POEN145	POEN146	POEN147	POEN148	POEN149	149
(0x2F)	POC	—	—	POEN150	POEN151	POEN152	POEN153	POEN154	POEN155	149
(0x30)	POC	—	—	POEN156	POEN157	POEN158	POEN159	POEN160	POEN161	149
(0x31)	POC	—	—	POEN162	POEN163	POEN164	POEN165	POEN166	POEN167	149
(0x32)	POC	—	—	POEN168	POEN169	POEN170	POEN171	POEN172	POEN173	149
(0x33)	POC	—	—	POEN174	POEN175	POEN176	POEN177	POEN178	POEN179	149
(0x34)	POC	—	—	POEN180	POEN181	POEN182	POEN183	POEN184	POEN185	149
(0x35)	POC	—	—	POEN186	POEN187	POEN188	POEN189	POEN190	POEN191	149
(0x36)	POC	—	—	POEN192	POEN193	POEN194	POEN195	POEN196	POEN197	149
(0x37)	POC	—	—	POEN198	POEN199	POEN200	POEN201	POEN202	POEN203	149
(0x38)	POC	—	—	POEN204	POEN205	POEN206	POEN207	POEN208	POEN209	149
(0x39)	POC	—	—	POEN210	POEN211	POEN212	POEN213	POEN214	POEN215	149
(0x3A)	POC	—	—	POEN216	POEN217	POEN218	POEN219	POEN220	POEN221	149
(0x3B)	POC	—	—	POEN222	POEN223	POEN224	POEN225	POEN226	POEN227	149
(0x3C)	POC	—	—	POEN228	POEN229	POEN230	POEN231	POEN232	POEN233	149
(0x3D)	POC	—	—	POEN234	POEN235	POEN236	POEN237	POEN238	POEN239	149
(0x3E)	POC	—	—	POEN240	POEN241	POEN242	POEN243	POEN244	POEN245	149
(0x3F)	POC	—	—	POEN246	POEN247	POEN248	POEN249	POEN250	POEN251	149
(0x40)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x41)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x42)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x43)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x44)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x45)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x46)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x47)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x48)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x49)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x4A)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x4B)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x4C)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x4D)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x4E)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x4F)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x50)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x51)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x52)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x53)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x54)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x55)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x56)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x57)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x58)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x59)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x5A)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x5B)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x5C)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x5D)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x5E)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x5F)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x60)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x61)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x62)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x63)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x64)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x65)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x66)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x67)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x68)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x69)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x6A)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x6B)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x6C)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x6D)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x6E)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x6F)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x70)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x71)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x72)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x73)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x74)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x75)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x76)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x77)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x78)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x79)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x7A)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x7B)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x7C)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x7D)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x7E)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	
(0x7F)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	

ATmega16M1/32M1/64M1

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
0x1B (0x1B)	PCIFR	—	—	—	—	PCIF3	PCIF2	PCIF1	PCIF0	82
0x1A (0x1A)	GPOR0	GPOR027	GPOR026	GPOR025	GPOR024	GPOR023	GPOR022	GPOR021	GPOR020	82
0x19 (0x19)	GPOR1	GPOR117	GPOR116	GPOR115	GPOR114	GPOR113	GPOR112	GPOR111	GPOR110	82
0x18 (0x18)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0x17 (0x17)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0x16 (0x16)	TIFR1	—	—	OCF1	—	—	OCF1B	OCF1A	TOV1	129
0x15 (0x15)	TIFR0	—	—	—	—	—	OCF0B	OCF0A	TOV0	131
0x14 (0x14)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0x13 (0x13)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0x12 (0x12)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0x11 (0x11)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0x10 (0x10)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0x0F (0x0F)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0x0E (0x0E)	PORTF	—	—	—	—	—	PORTF2	PORTF1	PORTF0	84
0x0D (0x0D)	DDRF	—	—	—	—	—	DDRF2	DDRF1	DDRF0	84
0x0C (0x0C)	PINB	—	—	—	—	—	PINB2	PINB1	PINB0	84
0x0B (0x0B)	PORTD	PORTD7	PORTD6	PORTD5	PORTD4	PORTD3	PORTD2	PORTD1	PORTD0	84
0x0A (0x0A)	DDRD	DDRD7	DDRD6	DDRD5	DDRD4	DDRD3	DDRD2	DDRD1	DDRD0	84
0x09 (0x09)	PIND	PIND7	PIND6	PIND5	PIND4	PIND3	PIND2	PIND1	PIND0	84
0x08 (0x08)	PORTC	PORTC7	PORTC6	PORTC5	PORTC4	PORTC3	PORTC2	PORTC1	PORTC0	85
0x07 (0x07)	DDRC	DDRC7	DDRC6	DDRC5	DDRC4	DDRC3	DDRC2	DDRC1	DDRC0	85
0x06 (0x06)	PINC	PINC7	PINC6	PINC5	PINC4	PINC3	PINC2	PINC1	PINC0	85
0x05 (0x05)	PORTB	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0	85
0x04 (0x04)	DDRB	DDRB7	DDRB6	DDRB5	DDRB4	DDRB3	DDRB2	DDRB1	DDRB0	85
0x03 (0x03)	PINB	PINB7	PINB6	PINB5	PINB4	PINB3	PINB2	PINB1	PINB0	85
0x02 (0x02)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0x01 (0x01)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0x00 (0x00)	Reserved	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Note: 1. For compatibility with future devices, reserved bits should be written to zero if accessed. Reserved I/O memory addresses should never be written.

- I/O Registers within the address range 0x00 - 0x1F are directly bit-accessible using the SBI and CBI instructions. In these registers, the value of single bits can be checked by using the SBIS and SBIC instructions.
- Some of the status flags are cleared by writing a logical one to them. Note that, unlike most other AVR's, the CBI and SBI instructions will only operate on the specified bit, and can therefore be used on registers containing such status flags. The CBI and SBI instructions work with registers 0x00 to 0x1F only.
- When using the I/O specific commands IN and OUT, the I/O addresses 0x00 - 0x3F must be used. When addressing I/O Registers as data space using LD and ST instructions, 0x20 must be added to these addresses. The ATmega16M1/32M1/64M1 is a complex microcontroller with more peripheral units than can be supported within the 64 location reserved in Opcode for the IN and OUT instructions. For the Extended I/O space from 0x60 - 0xFF in SRAM, only the ST/STS/STD and LD/LDS/LDD instructions can be used.
- These registers are only available on ATmega32/64M1. For other products described in this datasheet, these locations are reserved.



8. Ordering Information**8.1 ATmega16M1**

Speed	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
16MHz	2.7V - 5.5V	ATmega16M1 - AU	32A	Industrial (-40°C to 85°C)
		ATmega16M1 - MU	PV	

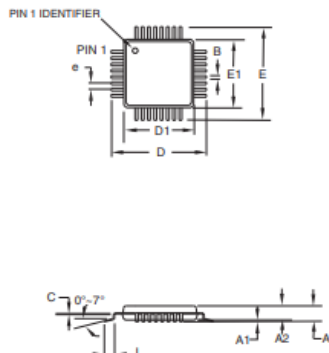
Note: All packages are Pb free, fully LHF

Package Type	
32A	32-lead, Thin (1.0mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)
PV	PV, 32-Lead, 7.0mm x 7.0mm Body, 0.65mm Pitch Quad Flat No Lead Package (QFN)



9. Packaging Information

9.1 32A



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

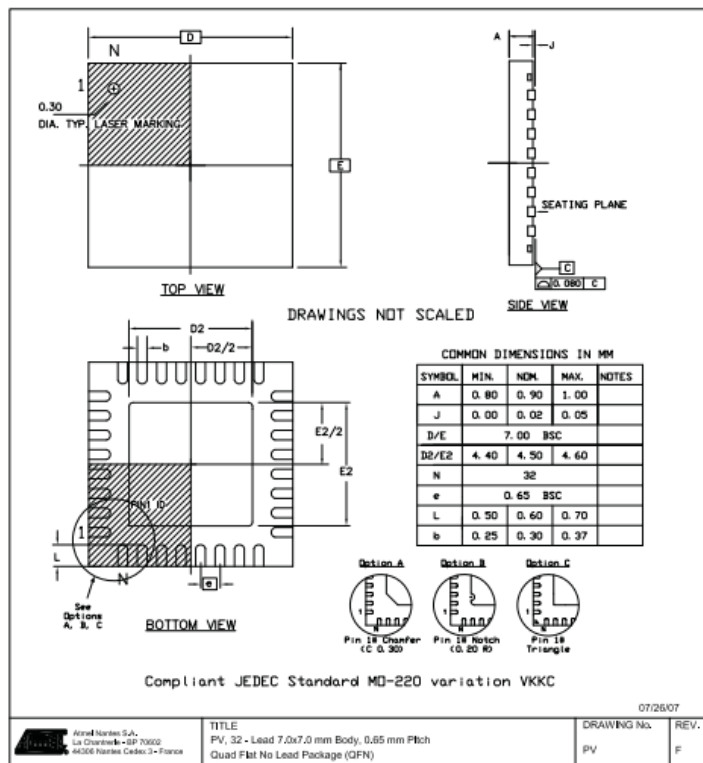
SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	—	—	1.20	
A1	0.05	—	0.15	
A2	0.95	1.00	1.05	
D	8.75	9.00	9.25	
D1	6.90	7.00	7.10	Note 2
E	8.75	9.00	9.25	
E1	6.90	7.00	7.10	Note 2
B	0.30	—	0.45	
C	0.09	—	0.20	
L	0.45	—	0.75	
e	0.80 TYP			

Notes:

1. This package conforms to JEDEC reference MS-026, Variation ABA.
2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is 0.25 mm per side. Dimensions D1 and E1 are maximum plastic body size dimensions including mold mismatch.
3. Lead coplanarity is 0.10 mm maximum.

2010-10-20

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE 32A , 32-lead, 7 x 7 mm Body Size, 1.0 mm Body Thickness, 0.8 mm Lead Pitch, Thin Profile Plastic Quad Flat Package (TQFP)	DRAWING NO.	REV.
		32A	C

9.2 PV


Lampiran B

Listing Program

/******

This program was produced by the

CodeWizardAVR V2.05.3 Standard

Automatic Program Generator

© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.

<http://www.hpinfotech.com>

Project :

Version :

Date : 7/15/2018

Author :

Company :

Comments:

Chip type : ATmega16

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 12.000000 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 256

/

```
#include <mega16.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
#define prox_pengisian read_adc(0)
```

```
#define prox_sealer read_adc(1)
```

```
#define prox_packing PINB.0
```

```
#define prox_gelas PINB.1
```

```
#define conveyor PORTC.4
```

```
#define pneu_slide PORTC.2
```

```
#define pneu_press PORTC.1
```

```
#define pneu_packing PORTC.0
```

```
#define valve PORTC.3
```

```
#define on1 1
```

```
#define off1 0
```

```
#define on 0
```

```
#define off 1
```



```

#define open      0
#define close     1

unsigned int g_counter = 0;

// Declare your global variables here


// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>


#define ADC_VREF_TYPE 0x00


// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);

    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);

    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;

    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);

    ADCSRA|=0x10;

```

```
return ADCW;
```

```
}
```

```
// Declare your global variables here
```

```
int mode = 0;
```

```
void main(void)
```

```
{
```

```
// Declare your local variables here
```

```
DDRA=(0<<DDA7) | (0<<DDA6) | (0<<DDA5) | (0<<DDA4) |  
(0<<DDA3) | (0<<DDA2) | (0<<DDA1) | (0<<DDA0);
```

```
PORTA=0xFF;
```

```
// Port B initialization
```

```
DDRB=(0<<DDB7) | (0<<DDB6) | (1<<DDB5) | (0<<DDB4) |  
(1<<DDB3) | (0<<DDB2) | (0<<DDB1) | (0<<DDB0);
```

```
PORTB=(0<<PORTB7) | (0<<PORTB6) | (0<<PORTB5) |  
(0<<PORTB4) | (0<<PORTB3) | (0<<PORTB2) | (0<<PORTB1)  
| (0<<PORTB0);
```

```
// Port C initialization
```

```
DDRC=(1<<DDC7) | (1<<DDC6) | (1<<DDC5) | (1<<DDC4) |  
(1<<DDC3) | (1<<DDC2) | (1<<DDC1) | (1<<DDC0);
```

```
PORTC=(1<<PORTC7) | (1<<PORTC6) | (1<<PORTC5) |  
(1<<PORTC4) | (1<<PORTC3) | (1<<PORTC2) | (1<<PORTC1)  
| (1<<PORTC0);
```

```
// Port D initialization
```

```
DDRD=(1<<DDD7) | (0<<DDD6) | (1<<DDD5) | (1<<DDD4) |  
(0<<DDD3) | (0<<DDD2) | (0<<DDD1) | (0<<DDD0);
```

```
PORTD=(0<<PORTD7) | (0<<PORTD6) | (0<<PORTD5) |  
(0<<PORTD4) | (0<<PORTD3) | (0<<PORTD2) | (0<<PORTD1)  
| (0<<PORTD0);
```

```
// USART initialization
```

```
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
```

```
// USART Receiver: On
```

```
// USART Transmitter: On
```

```
// USART Mode: Asynchronous
```

```
// USART Baud Rate: 9600
```

```
UCSRA=0x00;
```

```
UCSRB=0x18;
```

```
UCSRC=0x86;
```

```
UBRRH=0x00;
```

```
UBRRL=0x4D;
```

```
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
```

```
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
```

```
ADCSRA=0x84;
```

```
delay_ms(2000);
```

```
g_counter = 0;
```

```
delay_ms(1000);
```

```
while (1){
```

```
    if(prox_sealer < 20){
```

```
        delay_ms(350);
```

```
        conveyor = off;
```

```
        mode = 1;
```

```
    }else if(prox_pengisian < 20){
```

```
        delay_ms(0);
```

```
        conveyor = off;
```

```
        mode = 2;
```

```
    }
```

```
if(mode == 0){
```

```
    conveyor = on;
```

```
    valve = off;
```

```
    }else if(mode == 1){
```

```
        g_counter +=1;
```

```
printf("%c%d%c", '@', g_counter, '#');  
delay_ms(250);  
  
conveyor = off;    delay_ms(2000);  
  
pneu_slide = on;   delay_ms(3000);  
  
pneu_press = on;   delay_ms(6000);  
  
pneu_press = off;  delay_ms(2000);  
  
pneu_slide = off;  delay_ms(3000);  
  
conveyor = on;     delay_ms(1000);  
  
if(g_counter == 6) g_counter = 0;  
  
mode = 0;  
  
}else if(mode == 2){  
    delay_ms(250);  
  
    conveyor = off;  
  
    delay_ms(2000);  
  
    while(prox_gelas == off){  
        valve = on;  
  
        delay_ms(500);  
    }  
  
    conveyor = off;  
  
    valve = off;  
  
    delay_ms(3000);  
  
    conveyor = on;
```

```
        delay_ms(1000);  
        mode = 0;  
    }  
}  
}
```

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Kota Kendari pada tanggal 24 Mei 1997 dari ayah yang bernama Mukhtar Landebawo dan Ibu bernama Noerkaja Alimin. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Saat ini penulis tinggal di gubeng kertajaya IV A No.9 Kota Surabaya, Jawa Timur. Pada tahun 2009, penulis menyelesaikan pendidikannya di SD Negeri 2 Unaaha. Kemudian pada tahun 2012, telah menyelesaikan pendidikan tingkat menengah pertama di SMP Negeri 2 Unaaha. Tahun 2015 berhasil menyelesaikan pendidikan tingkat menengah atas di SMA Negeri 4 Kendari dan melanjutkan studi di Departemen Teknik Instrumentasi FV-ITS. Pada bulan Juli 2018 penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “**Perancangan Sistem Pengemasan Produksi Teh Tawar Menggunakan Sistem Pneumatik**”. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini maka dapat menghubungi penulis melalui email amaruldwitama49@gmail.com